SPEZIELLER PFLANZENBAU

VON

D. N. PRJANISCHNIKOW

UNIVERSITY
OF
TORONTO
LIBRARY

Pryanishnikov, Dmitry Nikolaevich

SPEZIELLER PFLANZENBAU

DER ANBAU DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN KULTURPFLANZEN

VON

D. N. PRJANISCHNIKOW
PROFESSOR AN DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN AKADEMIE
IN MOSKAU

MIT 4 ABBILDUNGEN UND
15 GRÖSSTENTEILS FARBIGEN KARTEN

NACH DER SIEBENTEN RUSSISCHEN AUFLAGE
HERAUSGEGEBEN VON

DR. ERNST TAMM
PRIVATDOZENT AN DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN HOCHSCHULE
IN BERLIN

Tr. of Chas-noe semledelie

245396
21. 7. 30

BERLIN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER
1930

ALLE RECHTE VORBEHALTEN.

Germany

Vorwort des Herausgebers zur deutschen Ausgabe.

In den letzten Jahren sind der deutschen Landwirtschaft mehrere Handbücher, die den Anbau landwirtschaftlicher Kulturpflanzen in Deutschland behandeln, zur Verfügung gestellt worden, wobei unter anderem auch Erfahrungen und Fortschritte des Auslandes dem Leser zugänglich gemacht wurden. Jedoch vermitteln diese Ausführungen nicht die Gedankengänge und die ursächlichen Zusammenhänge vom Standpunkt des ausländischen Autors auf Grund der fremdländischen Verhältnisse.

Um in die Produktionsbedingungen der ausländischen Landwirtschaft und ihre Wechselbeziehungen zur Umwelt tiefer einzudringen, die Stellung des ausländischen Landwirtes zu den auf ihn eindringenden Fragen praktischer und wissenschaftlicher Natur leichter verstehen zu lernen, dadurch Anregungen auszulösen und den eigenen Gesichtskreis zu erweitern, unternahmen vor dem Kriege zahlreiche Vertreter der Praxis und Wissenschaft Auslandsreisen. Auch heute werden solche Studienreisen in ausgedehntem Maße von Landwirten anderer Staaten ausgeführt. Den meisten deutschen Landwirten aber, die zur Zeit um den Besitz ihrer Scholle unter Aufbietung äußerster Kraftanstrengung kämpfen müssen, fehlt gegenwärtig aus realen Gründen diese Bildungsmöglichkeit. Somit bleibt ihnen nur der Ausweg, durch eifriges Studieren und Verfolgen des ausländischen Schrifttums diesen Nachteil, wenn auch nur behelfsweise, auszugleichen.

Aus diesen Gründen habe ich es unternommen, das Werk über den Anbau der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in Rußland, verfaßt von dem auch bei uns in Deutschland allgemein anerkannten russischen Forscher Professor D. N. Prjanischnikow, Moskau, nach der erst kürzlich erschienenen russischen 7. Auflage in die deutsche Sprache zu übertragen.

Dabei habe ich versucht, durch eine möglichst wortgetreue Wiedergabe den russischen Gedankengang herauszuheben. Bei dieser Übersetzungsweise ließen sich allerdings an manchen Stellen Unebenheiten nicht vermeiden, die ich jedoch aus obengenanntem Bestreben heraus verantworten zu können glaube.

Die beigefügten zahlreichen Karten sind mir auf meinen Wunsch von Herrn Professor Prjanischnikow freundlichst vermittelt worden und entstammen verschiedenen russischen Spezialabhandlungen, insbesondere dem nachahmenswerten Werk von F. F. Borissenko: Selektion Varieties of Field and Meadow Crops in USSR. 1928. Hierdurch ist, wie ich hoffe, eine wertvolle Ergänzung des Textes gegeben, um ein genaueres Verfolgen und besseres Verstehen der ursächlichen natürlichen Zusammenhänge zu ermöglichen.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle Herrn Prof. Prjanischnikow für die ehrenvolle Autorisierung zur Übertragung seines Werkes in die deutsche Sprache sowie für seine jederzeit freundliche Hilfsbereitschaft zu danken, desgleichen den Herren cand. agr. L. Weber, Berlin, und Dr. v. Rathlef, Halle a. S., die mich bei der Übersetzung weitgehend unterstützt haben, und

*

meinem Kollegen Dr. GOEPP, Berlin-Dahlem, für die selbstlose, große Unterstützung beim Lesen der Korrekturfahnen sowie für die Anfertigung des Namen- und Sachverzeichnisses. Ganz besonders danke ich dem Verlag, der durch eine vornehme Ausstattung des Werkes, durch Bewilligung der zahlreichen beigefügten Karten und durch Gewährung sonstiger Hilfsmittel an dem Gelingen des Werkes ebenfalls hohen Anteil hat.

Berlin-Friedenau, im Oktober 1929.

ERNST TAMM.

Vorwort des Verfassers zur siebenten Auflage.

Die 7. Auflage des vorliegenden Werkes erscheint 30 Jahre nach der Veröffentlichung der 1. Auflage und 33 Jahre, nachdem der Verfasser die Vorlesung über speziellen Pflanzenbau an der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje aufgenommen hat[1].

Das Hauptziel, das der Verfasser anfangs verfolgte, war, dem Studierenden ein Hilfsmittel zu geben, das ihm die soeben angeeigneten allgemeinen ackerbaulichen Grundlagen bei der praktischen Aufgabe des Anbaus der einzelnen Pflanzen leichter anzuwenden gestattete. Zur erfolgreichen Durchführung einer solchen Aufgabe ist in jedem Falle eine gewisse Zusammenstellung der auf verschiedene Gebiete verstreuten, feststehenden Auffassungen erforderlich, sowie *der Aufbau einer ganzen Reihe von Maßnahmen, die mit den individuellen Besonderheiten der betreffenden Pflanze und mit dem Ziel ihres Anbaues übereinstimmen.*

Der Vortrag der speziellen Pflanzenbaulehre in einem solch ausgedehnten Lande wie dem unsrigen, wo man, abgesehen von der großen Zahl von Kulturpflanzen, auch noch mit zahlreichen andersartigen Bedingungen für jede einzelne Kulturpflanze rechnen muß, stößt auf besondere Schwierigkeiten. Während man in den nicht so ausgedehnten und in ihren Bedingungen einheitlicheren westlichen Ländern oft praktische Rezepte geben kann, indem man z. B. die eine oder die andere Maßnahme, die eine oder die andere Sorte als die beste empfiehlt, müssen wir mehr Aufmerksamkeit der Aufklärung über den Einfluß der einzelnen Faktoren, der Bekanntmachung mit den Methoden zur richtigen Lösung der Frage zuwenden, kurz, wir müssen vorzugsweise führende Anleitungen zum Auffinden der besten Maßnahmen für jedes Gebiet geben, an Hand von Beispielen erklären, warum z. B. im Wolgagebiet die Anwendung derselben Folge von Bodenbearbeitungsmaßnahmen das umgekehrte Ergebnis nach sich ziehen kann als im Nordwestgebiet. Deswegen muß man nun hierbei zwischen zwei Gefahren wählen: entweder einen sehr folgerichtig und gut aufgebauten Vortrag zu halten, der nicht mit Einzelheiten überhäuft ist, aber nicht genügend praktisch und daher in spe-

[1] Zur näheren Bekanntmachung mit diesem Gebiet konnte der Studierende jener Zeit das hervorragende Werk von J. A. STEBUT: Die Grundlagen des Ackerbaues benutzen, das in den achtziger Jahren erschienen war und noch in den neunziger Jahren seine Bedeutung besaß. Wie seinerzeit die Vorlesungen von J. A. STEBUT (1865—94), so hat auch sein Buch eine große Rolle bei der Heranbildung einer Reihe von Generationen unserer akademisch gebildeten Landwirte gespielt. Aber dieses so breit angelegte Werk ist nicht zu Ende geführt worden; von den geplanten drei Bänden erschien nur einer (Umfang etwa 1000 Seiten). Deswegen wurde neben diesem Werk ein kürzeres und proportionaler aufgebautes Lehrbuch benötigt. Diesem Ziele sollte auch die erste Auflage der speziellen Pflanzenbaulehre (1898) entsprechen, die eine vom Verfasser durchgearbeitete, von einem Studenten jener Zeit, J. S. SCHULOW, hergestellte Niederschrift der Vorlesungen des Verfassers darstellte.

ziellen Fällen nicht genügend leicht anwendbar ist, oder umgekehrt, den Vortrag derart mit diesen Einzelfällen und praktischen Beispielen zu überfüllen, daß der Anfänger „den Wald vor lauter Bäumen nicht sieht".

Man muß erwähnen, daß diese schwierige Aufgabe, unsere Kenntnisse auf den verschiedenen Gebieten zusammenzufassen, vor 30 Jahren jedenfalls viel leichter zu erledigen war als heute. In den neunziger Jahren begannen erst unsere damals noch nicht zahlreichen Versuchsanstalten ihre Tätigkeit zu entwickeln; an Material war noch nicht viel gesammelt. Zuchtstationen, die heute ein derart reiches Material für das Gebiet des speziellen Pflanzenbaues liefern, gab es damals noch gar nicht. Deshalb war es damals möglich, eine kurze Formulierung (z. B. von 25 Druckseiten) des Wesentlichen, was auf diesem Gebiet bekannt war, zu geben, ohne die Studierenden (die nebenbei gesagt, damals überhaupt noch nicht mit einer derartigen überflüssigen Fülle von Pflichtfächern überlastet waren wie heute) zu sehr zu belasten.

Mit dem Wachsen des Netzes unserer Versuchsstationen und mit der Entwicklung ihrer Tätigkeit, mit der zunehmenden Zahl von Spezialwerken entstand nicht nur die Möglichkeit, die allgemeinen Grundsätze der Landwirtschaftswissenschaft viel besser als früher mit Hilfe unserer örtlichen Ergebnisse zu illustrieren, sondern es kam auch die Notwendigkeit hinzu, diejenige Kompliziertheit der Ergebnisse hervorzuheben, die durch die vertiefte Forscherarbeit unter den vielseitigen Verhältnissen der verschiedenen Teile unseres Landes bedingt wird.

Die Einfügung dieses neuen, für unsere Landwirte so wertvollen Materials verursachte trotz des ständigen Bestrebens des Verfassers, sich kurz zu fassen, mit jeder neuen Auflage einen immer größeren Umfang des Werkes und hat zum Teil dessen Charakter verändert. Die Folge davon war einerseits die Vergrößerung des Leserkreises — das Buch überschritt die Grenzen der Hochschule —, andererseits aber entstand auch gleichzeitig die Schwierigkeit, die Summe der Anforderungen zufriedenzustellen, die nun von der veränderten Zusammensetzung des Leserkreises gestellt wurde.

Wenn die genauere Ausarbeitung eines solchen Vortrages zusammen mit der Vergrößerung der Zahl der Versuchsergebnisse zur Verbreitung des Werkes außerhalb der Hochschule beitrug, so ruft innerhalb der Hochschule selbst der vergrößerte Umfang der sechsten und um so mehr der vorliegenden Auflage Hand in Hand mit der größeren Differenzierung der Zusammensetzung der Studentenschaft bereits gewisse Schwierigkeiten im Gebrauch dieses Buches hervor, jedenfalls bei einem Teil der Studentenschaft, der in der Zeit der „Examensnot" auf jedem Gebiet ein möglichst kurzgedrängtes Hilfsmittel sucht. Wenn der gegenwärtige Umfang dieses Buches für den Studierenden des Ackerbaues oder für den Pflanzenzüchter geeignet ist, so kann er für den Tierzüchter, Kulturtechniker, Betriebswirtschaftler bereits überflüssig groß sein. Allerdings kann der Tierzüchter für sich insofern einen Ausweg finden, daß er das Buch nur wahlweise benutzt, solche Kulturen, wie Tabak, Kendyr usw., völlig unberücksichtigt läßt und seine Aufmerksamkeit auf die Hackfrüchte, das Getreide und die Futterpflanzen konzentriert. Aber für eine Reihe anderer Gruppen von Studierenden entsteht jetzt schon das Bedürfnis nach einem kürzeren Hilfsmittel, das allerdings mit möglichster Proportionalität alle Haupttypen der Kulturpflanzen umfassen muß.

Andererseits aber wird bei Personen, die in der Praxis arbeiten, bei Benutzung dieses Buches zweifellos ein Bedürfnis für größere Genauigkeit und eingehendere Angaben zur praktischen Durchführung der Kulturmaßnahmen der einen oder anderen Pflanze entstehen. Indessen kann man die größere Genauigkeit in vielen Fällen nur in bezug auf bestimmte Gegenden erreichen, nicht aber bei Aufstellung möglichst allgemein gültiger Gesetzmäßigkeiten, die für recht

verschiedene Verhältnisse maßgebend sein können. Letzten Endes kann nur die örtliche landwirtschaftliche Literatur eine unmittelbare Eignung für praktische Fragen beanspruchen; unser Ziel ist es dagegen, maßgebende Anleitungen zu geben, die bei geschickter Übertragung in die Praxis in beliebiger Gegend benutzt werden können. Manchmal ist die mangelnde Genauigkeit durch das Fehlen von Versuchsergebnissen für die eine oder andere Frage bedingt; außerdem darf man aber nicht unerwähnt lassen, daß man bei der recht großen Zahl an Kulturpflanzen, die beschrieben werden müssen, und bei der großen Verschiedenheit der Verhältnisse, unter denen diese Kulturen betrieben werden, unmöglich von einer Person eine gleich genaue Kenntnis aller Kulturen verlangen kann. Bei vielen von ihnen ist der Autor gezwungen, die Rolle des Referenten zu übernehmen, der, obgleich er auch nicht kritiklos die in der Literatur vorhandenen Angaben mitteilt, dennoch des öfteren zu sagen gezwungen ist: „Relata refero".

Man kann nicht umhin anzuerkennen, daß die Abfassung eines Handbuches über speziellen Pflanzenbau für die Hochschule bei dem ziemlich enzyklopädischen Charakter der Vorlesung über speziellen Pflanzenbau, bei dem ständigen Anwachsen der Literatur, bei der Entwicklung aller Nachbargebiete der Wissenschaft, sogar bei der Schaffung neuer (wenn man die letzten 25 Jahre betrachtet), für den speziellen Pflanzenbau so wichtiger Disziplinen wie Genetik und Züchtung immer mehr und mehr auf Schwierigkeiten stößt. Es ist bezeichnend, daß im Westen schon seit langem kein Handbuch für speziellen Pflanzenbau mehr erschien[1]. So hat sich in Deutschland nach dem Erscheinen des bekannten Buches von Blomeyer Ende der achtziger Jahre, das für die damalige Zeit vortrefflich geschrieben war, das aber auf dem Büchermarkt schon seit langem fehlt, kein Mann mehr gefunden, ein ähnliches allgemeines Handbuch zu schreiben, welches die ganze, während der 40 Jahre seit dem Erscheinen jenes Buches erschienene Literatur verwertet; ebenso ist die Lage in Frankreich und England. Natürlich gibt es eine ganze Reihe von Monographien über einzelne Kulturpflanzen, aber sie sind von verschiedenen Autoren verschieden geschrieben worden, ohne gegenseitige Übereinstimmung. So gibt es z. B. in Deutschland Handbücher von Nowacki, Schindler, Becker für Getreidebau, von Roemer für Zuckerrübenbau, von Remy für Kartoffelbau, von Kiessling für Tabakbau usw.

Eine solche Lage kann für die deutschen Landwirte annehmbar sein, weil sie sich gewöhnlich auf irgendeinem bestimmten Gebiete spezialisieren, vor allem, wenn man die hervorragenden Zeitschriften in Betracht zieht, die zahlreiche Mitteilungen über die Technik der Landwirtschaft enthalten. Aber dies genügt dem Studierenden noch nicht.

Schon allein der Umfang solcher summierter Monographien und die hohen Kosten einer solchen Sammlung bereiten dem Studierenden ein schwer zu überwindendes Hindernis. Außerdem haben wir es mit verschiedenen Maßstäben und verschiedenen Vortragsarten, oft sogar auch mit voneinander abweichenden Ansichten verschiedener Autoren in einer Reihe allgemeiner Fragen zu tun.

Man muß annehmen, daß bei uns ein gleiches Vorhandensein solcher Monographien nicht nur dem Studierenden sondern auch unseren akademisch gebildeten Landwirten, die in einer bestimmten Gegend arbeiten, im Anfang ihrer Tätigkeit nicht genügen würde; vor allem, wenn er in ein Gebiet mit noch undifferenziertem Getreidebau kommt, wo es seine Aufgabe ist, für die betreffende Gegend Spezialsorten auszusuchen, wobei ihm aber keine fertigen, vor ihm festgelegten Tatsachen zur Verfügung stehen.

[1] Durch das unlängst abgeschlossene Handbuch des gesamten Pflanzenbaues von Becker ist diesem Mangel abgeholfen worden. (Der Herausgeber.)

Dessen wohl bewußt, daß das einzige Mittel, Fehler im Vortragen eines solch vielseitigen Gebietes wie des speziellen Pflanzenbaues zu vermeiden, darin besteht, sich im einzelnen überhaupt nicht mit dieser undankbaren Aufgabe zu befassen, hat der Verfasser doch noch einmal versucht, trotz aller sich ergebenden Schwierigkeiten[1], einen gesamten Vortrag des speziellen Pflanzenbaues zu geben, der, trotz der Verschiedenheit des Materials, eine gewisse Gleichheit der Anfangsgrundlagen besitzt und möglichst proportional aufgebaut ist.

Petrowsko-Rasumowskoje, im Januar 1929.

D. N. PRJANISCHNIKOW.

[1] Im vorliegenden Falle wurden die Schwierigkeiten noch dadurch erhöht, daß der Verfasser, der auf einem anderen Gebiet Forschungsarbeiten durchführte, dem vorliegenden Gegenstand nur einen Teil seiner Zeit und sich nicht ganz widmen konnte, wie es die gegenwärtige Lage der Dinge erfordert hätte.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 1

I. Die besonderen Ansprüche der Kulturpflanzen an ihre Ernährung . 2

II. Die verschiedene Einwirkung der Kulturpflanzen auf den physikalischen Zustand des Bodens 6

III. Das verschiedene Verhalten der Kulturpflanzen zu anderen Organismen 6

I. Gruppe. **Knollen- und Wurzelfrüchte.**

I. Knollenfrüchte 21

a) Die Kartoffel 21

1. Die Bedeutung der Kartoffel 21
2. Herkunft und Verbreitung der Kartoffel 25
3. Morphologie und chemische Zusammensetzung der Kartoffel 28
4. Die Kartoffelsorten 32
5. Das Verhalten der Kartoffel zu Klima und Boden 42
6. Die Düngung der Kartoffel 43
7. Die Stellung der Kartoffel in der Fruchtfolge 50
8. Die Bodenbearbeitung 53
9. Das Pflanzgut 54
10. Pflanzen und Pflege der Kartoffel 61
11. Reife und Ernte der Kartoffel 71
12. Die Aufbewahrung der Kartoffel 75
13. Die Trockenkartoffel und ihre Bedeutung 86
14. Die Kartoffelkrankheiten 90
15. Literatur 94

b) Der Topinambur oder die Erdbirne 95

II. Wurzelfrüchte 97

a) Die Zuckerrübe 100

1. Die Herkunft der Zuckerrübe 100
2. Morphologie und Anatomie der Zuckerrübe 102
3. Die chemische Zusammensetzung der Wurzel; die Ansprüche an die Wurzelform 108
4. Das Verhalten der Zuckerrübe zum Klima 113
5. Das Verhalten zu Boden und Düngung 117
6. Die Stellung der Zuckerrübe in der Fruchtfolge 126
7. Die Bodenbearbeitung 130
8. Saatgut und Aussaat 133
9. Die Pflegemaßnahmen 143
10. Reife und Ernte der Zuckerrübe 148
11. Der Rübenertrag, die Aufbewahrung der Wurzeln, der Blätter und der abgeschnittenen Teile 151
12. Auslese und Anbau der Samenrüben 155
13. Beschädigungen und Krankheiten der Zuckerrübe 166

Seite

b) Futterwurzelfrüchte 172
1. Die Futterrübe 172
2. Andere Futterwurzelfrüchte 181
Möhre 181. — Pastinak 184. — Kohlrübe und Steckrübe 184. — Kohl 187. — Zichorie 188.

c) Literatur 188

II. Gruppe. **Körnerpflanzen.**

I. Kulturpflanzen mit stärkereichen Früchten 190

Die Getreidearten 191
1. Morphologie der Getreidearten 191
2. Abstammung der Getreidearten 199
3. Bau und Zusammensetzung des Kornes der Getreidearten 203
4. Die Verarbeitung des Kornes zu Mehl und die Brotherstellung 208
5. Die Entwicklung der Getreidearten 214
6. Das Verhalten der Getreidearten zum Klima 225
7. Das Verhalten der Getreidearten zu Boden und Düngung 234
8. Die Stellung der Getreidearten in der Fruchtfolge 240
9. Die Bodenbearbeitung für die Getreidearten 244
10. Auswahl und Aussaat des Saatgutes 247
11. Saat, Pflege und Ernte der Getreidearten 267
12. Besondere Eigenschaften der einzelnen Getreidearten 279
13. Weizen. Varietäten und Sorten 281
14. Roggen 293
15. Gerste 296
16. Hafer 299
17. Die verschiedenen Hirsearten und -Sorten 304
18. Sorghumhirse oder Mohrenhirse 307
19. Mais 310
20. Reis 325
21. Buchweizen 331
22. Krankheiten und Beschädigungen der Getreidearten 336
23. Literatur 345

II. Kulturpflanzen mit eiweißreichen Samen (Samenleguminosen) 347
1. Erbse 350
2. Eßbare Platterbse 356
3. Echte Kicher 356
4. Linse 357
5. Ervilie 359
6. Pferdebohne 359
7. Die Wicken 363
8. Die übrigen Wickenarten 367
9. Fisole 369
10. Sojabohne 370
11. Erdnuß 374
12. Die Lupinen 376
13. Literatur 391

III. Kulturpflanzen mit ölreichen Samen 391
a) Pflanzen, deren Samen fette Öle enthalten 393
1. Sonnenblume 393
2. Saflor 402
3. Ölmadie 402
4. Sesam 402
5. Rizinus 403
6. Raps und Rübsen 404
7. Chinesischer Rettich 407
8. Leindotter 408
9. Mohn 409

b) Pflanzen, deren Samen ätherische Öle enthalten 412
1. Anis 412
2. Koriander 414

Seite

3. Kümmel 414
4. Fenchel 415
5. Der schwarze, der Sarepta- und der weiße Senf 415
6. Literatur 417

III. Gruppe. **Die Faserpflanzen.**

I. Der Lein 418
1. Der Leinanbau einst und jetzt. Der russische Flachsbau und seine Bedeutung 418
2. Die Leinsorten 426
Langfaser- und Steppenleine 427. — Die Bastfaser und ihre Eigenschaften 429. — Samen 430. — Kuchen 430. — Leinöl 432.
3. Die Ansprüche des Leins an Klima und Boden 435
Fruchtfolge4 38. — Düngung 442. — Bodenbearbeitung 445. — Saatgut 447. — Zeit der Saat 449. — Dichte der Saat 450. — Die Pflege des Leins 452. — Tierische und pflanzliche Schädlinge 454.
4. Die Zeit der Leinernte 456
Ernte- und Trocknungsmaßnahmen 456.
5. Die Leinröste 462
Die Rolle der Mikroorganismen 462. — Die Einwirkung der Temperatur 463. — Tauröste 467. — Wasserröste 468.
6. Brechen 475
Schwingen des Leins 476. — Hecheln des Leins 477.
7. Die Züchtung des Leins 481

II. Der Hanf 488
1. Die Hanfanbauflächen einst und jetzt 488
2. Die Hanfsorten 490
Hanfsamen 491. — Hanfkuchen 491.
3. Verhalten des Hanfes zu Klima und Boden 492
Nährstoffverbrauch 494. — Düngerfragen 495. — Fruchtfolge 496.
4. Bodenbearbeitung 499
Saat 500. — Pflege 501. — Ernte 502.
5. Rösten des Hanfes 505
Schwingen des Hanfes 506. — Sortieren 507. — Züchtung 509. — Krankheiten und Beschädigungen des Hanfes 510.

III. Die südlichen Konkurrenten des Hanfes 512
Jute 512. — Manillahanf 513. — Sisalhanf 513. — Neuseeländer Lein 153. — Kenaf 514. — Ramie 515. — Kendyr 516.

IV. Die Baumwolle 518
1. Die Entstehung ihrer Kultur, ihre Blütezeit und die Krisis der Nachkriegszeit 518
2. Die Baumwollarten 525
Verhalten zum Klima 529. — Verhalten zum Boden 535. — Die für Turkestan wichtigen Sorten 532.
3. Fruchtfolge 536
Düngung 540.
4. Bodenbearbeitung 548
Saat 552. — Pflege 553. — Berieselung 555. — Ernte 556.
5. Nutzung der Samen 558
6. Krankheiten und Beschädigungen 561

V. Die Weberkarde 562

VI. Literatur 564

IV. Gruppe. **Die Futterpflanzen.**

I. Die Futterpflanzen aus der Familie der Leguminosen 567
1. Die Kleearten 567
a) Rotklee 567
b) Schwedenklee 597

Seite
c) Weißklee . . . 598
d) Inkarnatklee . . . 598
e) Persischer Klee und andere Kleearten . . . 599
2. Die Luzernearten . . . 599
a) Blaue Luzerne . . . 599
b) Sichelluzerne . . . 610
c) Sandluzerne . . . 610
d) Hopfenluzerne . . . 611
e) Steinklee u. a. . . . 611
3. Esparsette . . . 612
4. Serradella . . . 614
II. Die Futterpflanzen aus der Familie der Gramineen . . . 617
a) Ährengräser . . . 618
1. Lieschgras . . . 618
2. Wiesenfuchsschwanz . . . 621
3. Die Weidelgräser und die Quecke . . . 621
b) Rispengräser . . . 624
4. Knaulgras . . . 624
5. Die Schwingelarten . . . 625
6. Die Trespenarten . . . 626
7. Die Hafergrasarten . . . 628
8. Die Rispengrasarten . . . 628
9. Mohar und Sudangras . . . 630
III. Futterpflanzen anderer Familien . . . 632
Weißer Senf 632. — Spörgel 632.
IV. Futterpflanzenmischungen . . . 633
V. Literatur . . . 637

V. Anhang.

Kulturpflanzen, die Geschmacks-, narkotische und Färbesubstanzen liefern.

I. Der Tabak . . . 639
1. Allgemeines . . . 639
Botanik 640. — Die wichtigsten Sorten 641.
2. Chemische Zusammensetzung des Tabaks . . . 642
3. Das Verhalten des Tabaks zum Klima . . . 652
Boden 653. — Düngung 654.
4. Fruchtfolge . . . 658
Bodenbearbeitung 659.
5. Das Verpflanzen des Tabaks . . . 660
6. Die Pflege des Tabaks auf dem Felde . . . 665
7. Reife der Tabakblätter . . . 668
Ernte 669. — Trocknung 670.
8. Krankheiten des Tabaks . . . 677
II. Der Hopfen . . . 679
1. Verbreitung und Beschreibung des Hopfens . . . 679
2. Die Zusammensetzung der Zapfen . . . 680
3. Die Hopfensorten . . . 683
4. Das Verhalten des Hopfens zum Klima . . . 684
Boden 685. — Bodenbearbeitung 686. — Düngung 687.
5. Vermehrungsmethoden . . . 688
Pflanzmethoden 689.
6. Pflegemethoden des Hopfens . . . 691
Stützmethoden 693.
7. Ernte und Trocknung des Hopfens . . . 696
8. Die Hopfenkrankheiten . . . 698
III. Farbpflanzen . . . 699
1. Safran . . . 699
2. Färberröte . . . 701

Seite

3. Indigopflanzen 701
4. Farbbuchweizen 702
5. Färberwaid 702
6. Saflor 702

IV. Literatur 703

Namenverzeichnis 705

Sachverzeichnis 710

VI. Karten.

I. Karte der Bodennutzung in Rußland. Die gesamte Anbaufläche und die nördlichen Grenzen der Landwirtschaft.
II. Verteilung der landwirtschaftlichen Versuchsstationen über die U. S. R. R.
III. Schematische Bodenkarte des europäischen Rußland.
IV. Länge der Vegetationsperiode in U. S. S. R.
V. Die in den einzelnen Gebieten angebauten Sommerweizensorten.
VI. Die in den einzelnen Gebieten angebauten Winterweizensorten.
VII. Die in den einzelnen Gebieten angebauten Maissorten.
VIII. Die in den einzelnen Gebieten angebauten Winterroggensorten.
IX. Die in den einzelnen Gebieten angebauten Hafersorten.
X. Die in den einzelnen Gebieten angebauten Gerstensorten.
XI. Verbreitungsgebiete der hauptsächlichsten Futterpflanzen.
XII. Verbreitungsgebiete der besten Roggensorten.
XIII. Verbreitungsgebiete der besten Leinsorten.
XIV. Verbreitungsgebiete der besten Hafersorten.
XV. Verbreitungsgebiete der besten Maissorten.

Russische Maße und Gewichte.

1 Arschin = 16 Werschok = 0,7112 m
1 Saschen = 7 Fuß = 3 Arschin = 2,136 m
1 Werst = 500 Saschen = 1066,78 m
1 Deßjätine = 2400 Quadratsaschen = 1,092 ha
1 Vedro = 10 Kruschki = 12,3 Liter
1 Botschka = 40 Vedro = 4,9 Hektoliter
1 Tschetwert = 8 Tschetwerik = 2,1 Hektoliter
1 Pfund = 32 Lot = 96 Solotnik = 409,5 gr
1 Pud = 40 Pfund = 16,38 kg
1 Tonne = 12 Berkowez = 120 Pfund = 1965 kg
1 Berkowez = 10 Pud = 163,8 kg.

Einleitung.

Während sich die *„Ackerbaulehre"* hauptsächlich mit der Erforschung von Kulturmaßnahmen und deren wissenschaftlichen Grundlagen beschäftigt, tritt in der *„Speziellen Pflanzenbaulehre"* die Individualität der einzelnen Kulturpflanze in den Vordergrund. So kann man sagen, daß die Aufgabe einer speziellen Pflanzenbaulehre hauptsächlich darin besteht, die Wirkung der Kulturmaßnahmen mit den besonderen Ansprüchen der einzelnen Pflanzen in Übereinstimmung zu bringen.

Es ist hier notwendig, darauf hinzuweisen, daß die Teilung des Gesamtgebietes in die genannten zwei Teilgebiete: *„Allgemeiner Ackerbau"* und *„Spezieller Pflanzenbau"* herkömmlich erscheint und sich hauptsächlich aus der Bequemlichkeit des Unterrichts heraus ergibt. Für eine leichtere Behandlung wird derselbe Gegenstand von verschiedenen Seiten beleuchtet, indem man in die Überschrift entweder die Namen der senkrechten oder die der wagerechten Streifen eines und desselben „Schachbrettes" setzt (s. den Vergleich in der Einleitung zur Düngerlehre). Vom Standpunkt der Forschung aus bietet jede Frage des speziellen Pflanzenbaues gleichzeitig Material für das eine oder andere Kapitel des allgemeinen Ackerbaues, der Agrikulturchemie oder der Pflanzenzüchtung; z. B. Versuche über die Düngung der Zuckerrüben liefern einerseits Material zur Charakteristik der Rübe (spezieller Pflanzenbau), aber gleichzeitig erhält man auch Angaben zur Charakteristik der Düngung (Düngerlehre). Die Getreidesorten z. B. darf man im speziellen Pflanzenbau nicht unberücksichtigt lassen; die betreffenden Forschungsarbeiten gehören zum Gebiet der Pflanzenzüchtung. Auf diese Weise kann man in der Forschung keine deutlichen Grenzen zwischen dem speziellen Pflanzenbau und einer Reihe anderer Abteilungen des Ackerbaues ziehen, wie sie zum Zwecke der Arbeitsverteilung im Unterricht etwas künstlich gezogen werden. Es könnte sich vom Standpunkt der Forschung aus die Möglichkeit ergeben, vielmehr das ganze Gebiet des speziellen Pflanzenbaues auf die anderen Gebiete zu verteilen. Aber im Studium ist der spezielle Pflanzenbau ein Hauptfach, welches die Ausbildung des Landwirtes abschließt und durch nichts zu ersetzen ist. Nur in diesem Lehrfach kann der Studierende nach dem Erfassen der allgemeinen Kulturmaßnahmen mit den besonderen Kulturansprüchen der einzelnen Nutzpflanzen bekannt gemacht werden.

Deshalb muß man bei der Behandlung unseres Themas damit beginnen, daß man in jedem Fall zunächst die Charakteristik der Pflanze darlegt, ihre morphologischen und physiologischen Eigentümlichkeiten und besonders diejenigen, mit welchen die Kulturmaßnahmen zusammenhängen. Alsdann sind das Verhalten der betreffenden Nutzpflanze zu Klima und Boden, Bodenbearbeitung, Düngung, Saat, Pflege und Ernte unter Berücksichtigung derjenigen verschiedenen Maßnahmen, die sich am besten für diese Pflanze je nach dem Anbauzweck eignen, zu erörtern. Ihre Stellung in der Fruchtfolge, die sie gewöhnlich einnehmen soll, muß ebenfalls erwähnt werden.

Es ist übrigens zu bemerken, daß die besonderen physiologischen Eigenschaften der einzelnen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen noch lange nicht genügend erforscht sind. Dies erscheint auch verständlich, weil die Bearbeitung der Grundfragen der allgemeinen Physiologie noch sehr unvollständig ist. Deswegen haben wir es oft mit Ergebnissen zu tun, die nicht auf physiologischer Erkenntnis beruhen, vielmehr aus dem praktischen Versuch unmittelbar gewonnen sind.

Bevor wir an unsere Hauptaufgabe herantreten, wollen wir eine für uns wichtige Frage streifen, die in den vorangegangenen Kapiteln der „Ackerbaulehre" nicht berührt worden ist. Es ist die Frage der gegenseitigen Wirkung der Nutzpflanzen aufeinander, die ihre Stellung in der Fruchtfolge bestimmt.

Die Erfahrung zeigt, daß der Anbau einer Kulturpflanze als ein Faktor anzusehen ist, der die Entwicklung der nachfolgenden Kulturpflanze beeinflußt, und daß sich diese Wirkung auf verwandte Pflanzen gewöhnlich ungünstig, auf verschiedenartige Pflanzen manchmal günstig auswirkt.

Daraus folgt die allgemeine *Bevorzugung des periodischen Wechsels* im Anbau verschiedener Pflanzen vor einer einförmigen Wiederholung derselben Kulturpflanze. Die Schwierigkeiten eines Daueranbaues und daher auch die Notwendigkeit eines Wechsels im Anbau der Kulturpflanzen, ihre Unterbringung in dieser oder jener Fruchtfolge ergeben sich aus einer ganzen Reihe von Gründen, die, abgesehen von betriebswirtschaftlichen Überlegungen, in 3 Hauptgesichtspunkten zusammengefaßt werden können:

1. *Die besondere Einwirkung der Pflanzen auf ihre Umgebung in chemischer Hinsicht und die besonderen Ansprüche der Kulturpflanzen an ihre Ernährung.*

2. *Die verschiedene Einwirkung der einzelnen Kulturpflanzen auf den physikalischen Zustand des Bodens.*

3. *Das verschiedene Verhalten der Kulturpflanzen zu anderen Organismen, d. h. zu den tierischen und pflanzlichen Schädlingen.*

I. Die besonderen Ansprüche der Kulturpflanzen an ihre Ernährung.

1. Die verschiedenen Pflanzenarten entführen in ihren Ernten nicht nur verschiedene absolute Mengen an Stickstoff und anderen Mineralstoffen, sondern sie gebrauchen sie auch in verschiedenem Verhältnis. So verteilt sich unter sonst gleichen Bedingungen bei den einzelnen Kulturpflanzen die Menge der in den Ernten ausgeführten Nährstoffe folgendermaßen:

	N kg	K_2O kg	P_2O_5 kg	CaO kg	MgO[1] kg
Bei Getreidearten	86	83	38	22	14
„ Kartoffeln	106	171	40	63	40
„ Zuckerrüben	202	255	79	92	70

Daraus ersieht man folgendes: Während durch den Anbau der Getreidearten fast gleiche Mengen an Stickstoff und Kali dem Boden entzogen werden, beobachten wir bei Kartoffeln ein starkes Übergewicht im Verbrauch an Kali gegenüber Stickstoff, wobei doppelt soviel Kali entzogen wird als durch eine Ernte der Getreidearten; durch Zuckerrüben sogar das Dreifache. Somit ist das gegenseitige Verhältnis der entzogenen Mengen an Phosphorsäure und Kali ebenfalls ein ganz anderes: bei den Getreidearten wie 1:2, bei Kartoffeln wie 1:4 und bei Zuckerrüben wie 1:3.

[1] Diese Zahlen beziehen sich auf hohe deutsche Ernten, und zwar: 30 dz Korn, 200 dz Kartoffeln und 400 dz Zuckerrüben auf den Hektar, dazu die entsprechenden Mengen Stroh und Kartoffelkraut (Schneidewind: Die Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. — Remy: Der Kartoffelbau). Der gleiche Nährstoffverbrauch ist auch von der Versuchsstation in Mironowo gefunden worden. Für bäuerliche Erträge müssen diese Zahlen natürlich entsprechend vermindert werden.

In anderen Fällen bemerken wir bei gleichem Kaliverbrauch einen verschiedenen Verbrauch an Phosphorsäure z. B. bei Buchweizen und Raps, an Kalk usw.[1].

Es ist deshalb verständlich, daß wir durch einen Fruchtwechsel die Nährstoffe des Bodens besser ausnützen, daß wir hierdurch bei gleichem Nährstoffvorrat eine größere Zahl an Ernten erhalten können als bei ständigem Anbau derselben Kulturpflanze, weil es die teilweise gegenseitige Ergänzung im Verbrauch der einzelnen Nährstoffe erlaubt, das Eintreten einer einseitigen Erschöpfung des Bodens hinauszuschieben.

Dieser Erkenntnis schrieb Liebig den Hauptwert in der Lehre von der Fruchtfolge zu.

II. Außerdem nehmen die verschiedenen Pflanzen die *mineralischen Nährstoffe aus verschiedenen Schichten* des Bodens infolge ihres verschieden entwickelten Wurzelsystems auf. Während die Getreidearten, die keine Pfahlwurzel ausbilden, hauptsächlich die oberen Bodenschichten ausnutzen (bis 25 cm), nutzen die Leguminosen, vor allem die Lupinen, ebenso auch die Wurzelfrüchte die tiefer liegenden Schichten in weit höherem Maße als die Getreidearten aus[2].

Aus demselben Grunde ist es durch eine Abwechslung der Getreidearten z. B. mit Leguminosen möglich, den Nährstoffvorrat im Boden besser auszunutzen als durch dauernden Anbau nur einer Pflanzenart. Man kann noch hinzufügen, daß sich die Hauptmasse der Wurzelreste der Leguminosen doch in der oberen Schicht des Bodens vorfindet. Hierdurch ist bis zu einem gewissen Grade ein Transport der Phosphorsäure und des Kalis in die oberen Schichten des Bodens möglich und daher auch in gewisser Hinsicht eine Vorbereitung für den Anbau der nachfolgenden Getreidearten.

III. Ferner stellen die einzelnen Pflanzenarten *verschiedene Ansprüche an die Form der mineralischen Nährstoffe.* Die einen verlangen leicht lösliche Verbindungen, z. B. der Phosphorsäure, die anderen dagegen besitzen die Fähigkeit, schwerer zugängliche Nährstoffe auszunutzen. Dasselbe finden wir auch für Kali, wahrscheinlich auch für die anderen unentbehrlichen Nährstoffe. So ist bei den Getreidearten nur eine geringe Fähigkeit zur Aneignung der Phosphorsäure der Phosphorite festgestellt worden, dagegen bei der Lupine und dem Buchweizen eine recht erhebliche. Sicherlich sind ebensolche Unterschiede auch bei den sonstigen im Boden vorkommenden Verbindungen möglich, die sich den Lösungsmitteln gegenüber wie die Phosphorite verhalten. Auf diese Weise kann man annehmen, daß Pflanzen mit einem relativ stark aktiven Wurzelsystem den Boden durch Einwirkung auf die mineralischen Bestandteile für die nachfolgenden Pflanzen, die weniger aktiv sind, vorbereiten oder wenigstens in ihren Wurzelresten Mineralstoffe zurücklassen, die sie aus schwerlöslichen Verbindungen aufgenommen haben, und die dann je nach dem Verwesungsgrad der Wurzeln aufnehmbar werden.

Bekanntlich ist es in der landwirtschaftlichen Literatur üblich, nach dem Gehalt des Bodens an mineralischen Nährstoffen die *„Bodenfruchtbarkeit"* und den *„Bodenreichtum"* zu unterscheiden, wobei nur diejenigen Elemente die Fruchtbarkeit des Bodens bestimmen, die leicht aufnehmbare Nährstoffe für die Pflanzen darstellen. Dagegen bestimmen diejenigen Elemente, die durch Verwitterung und durch andere Vorgänge nicht in einen aufnehmbaren Zustand übergeführt sind und daher nur einen Vorrat für die Zukunft darstellen, den

[1] Siehe J. A. Stebut: Grundlagen der Feldkultur, S. 9.

[2] Hier ist nicht das Tiefenwachstum einzelner Wurzeln gemeint, das auch beim Getreide groß ist (s. entsprechendes Kapitel), sondern die Ausbreitung der Hauptmasse der Wurzeln.

Reichtum des Bodens, nicht aber seine Fruchtbarkeit. Aus obigen Ausführungen muß es klar geworden sein, daß die Grenze zwischen Bodenreichtum und Bodenfruchtbarkeit nicht streng festgelegt werden kann, sogar wenn man die Veränderungen, welche im Laufe der Zeit im Boden vor sich gehen, unberücksichtigt läßt, weil z. B diejenigen Nährstoffe, die für eine Pflanze nicht aufnehmbar sind und daher zum Reichtum des Bodens gerechnet werden müssen, von einer anderen aktiveren Kulturpflanze aufgenommen werden können und in diesem Falle die Bodenfruchtbarkeit bestimmen.

Auf diese Weise können einige Pflanzen dazu beitragen, daß ein Teil der mineralischen Nährstoffe aus dem Begriff des Bodenreichtums in denjenigen der Fruchtbarkeit übergeführt wird, und sie können daher als wünschenswerte Vorfrüchte für weniger aktive Pflanzen erscheinen.

Wir haben Grund anzunehmen, daß wir die Pflanzen nicht in mehr oder weniger aktive je nach der Aufnahmefähigkeit ihres Wurzelsystems einteilen können, sondern daß es unter den verschiedenen Vertretern *eine gewisse Spezialisierung* derart gibt, daß nicht jede Pflanze, die das Kali gut ausnützt, auch ebensogut die Phosphorsäure der schwerlöslichen Verbindungen ausnutzen wird, und umgekehrt.

So wurde auf Grund von Feldversuchen für die Zuckerrübe eine verhältnismäßig geringe Reaktionsfähigkeit einer Kalidüngung gegenüber festgestellt bei einem an und für sich großen Kaliverbrauch durch diese Pflanze, woraus gefolgert wurde, daß die Zuckerrübe über eine große Aufnahmefähigkeit für Kali aus schwerlöslichen Verbindungen (Silikaten) verfügt. Dabei reagiert diese Pflanze sehr deutlich auf eine Zufuhr von Phosphorsäure in aufnehmbarer Form. Bei Buchweizen ist wahrscheinlich gerade das Gegenteil der Fall; ebenso vermögen auch die Lupinen, soweit man nach vorhandenen Unterlagen urteilen darf, Phosphorsäure in schwer zugänglicher Form gut aufzunehmen. Sie reagieren aber leichter auf eine Zufuhr leicht löslicher Kalisalze.

Vorläufig gibt es nur wenige genauere Beobachtungen in dieser Richtung. Man kann den Versuch von Schreiber erwähnen, der sehr nährstoffreiche, aber wenig fruchtbare Böden benutzte und auf diese verschiedene Kulturpflanzen aussäte, wobei er den Boden entweder mit sämtlichen notwendigen Nährstoffen in aufnehmbarer Form düngte oder irgendeinen Nährstoff ausschaltete. Nach der Verschiedenheit der Erträge beurteilte er die Aufnahmefähigkeit. Die Zuckerrübe gab ohne Kali eine Ernte von 73 % im Vergleich zur Volldüngung und ohne Phosphorsäure von 36 %; daher verhielt sie sich entsprechend der oben angeführten Charakteristik. Die Lupine brachte sowohl ohne Phosphorsäure als auch ohne Kali Ernten von 73 %[1].

IV. Außer dieser Anreicherung der oberen Bodenschichten auf Kosten der unteren Schichten können die Pflanzen *den Boden auch absolut bereichern*, und zwar einige mit Stickstoff und sämtliche, aber in verschiedenem Maße, mit organischen Substanzen. Es wurde schon vor langer Zeit festgestellt, daß die Getreidearten nach Leguminosen, vor allem nach mehrjährigen, wie Klee, besser gedeihen als nach anderen Kulturpflanzen. Dies gab auch zu Thaers Zeiten den Anlaß, die Pflanzen in *bodenerschöpfende* und *bodenbereichernde* einzuteilen. Bekanntlich hat Liebig diese Einteilung abgelehnt, indem er sich darauf berief, daß sämtliche Pflanzen Ascheelemente dem Boden entziehen, daß sie also sämtlich den Boden erschöpfen, und daß es keine bodenbereichernden Pflanzen gibt. Jetzt kann die alte Einteilung wieder aufgenommen werden mit der Verbesserung, daß wir von keiner Anreicherung des Bodens im allgemeinen sprechen, sondern von einer Anreicherung mit Stickstoff und organischen Substanzen. Die Analysenberechnung ergibt, daß nach gut entwickeltem Klee im Boden in den Wurzel-

[1] Biedermanns Zbl. 1895, 807.

resten oft nicht weniger Stickstoff und organische Substanzen zurückbleiben als bei einer gewöhnlichen Stallmistdüngung.

Wie eine richtige Abwechslung sogar mit einjährigen Leguminosen auf die Zusammensetzung des Bodens einwirkt, zeigen folgende Unterlagen von TUXEN. Im Jahre 1863 wurden auf dem Versuchsfelde der Landwirtschaftlichen Hochschule in Kopenhagen kleinere Parzellen mit möglichst gleichmäßigem Boden abgetrennt. Die Analyse hatte keinerlei Unterschiede im Stickstoffgehalt der einzelnen Parzellen ergeben. Auf diesen Parzellen wurden im Laufe von 30 Jahren Pflanzen in verschiedener Fruchtfolge angebaut. Im Jahre 1894 wurde der Boden wiederum analysiert. Betrachten wir nach diesen Unterlagen den Stickstoffgehalt bei zwei Parzellen: für eine Parzelle, auf welcher ständig Gerste gebaut worden war, und für eine andere Parzelle, auf welcher die vierjährige Fruchtfolge Weizen—Rüben—Gerste—Bohnen durchgeführt worden war, so finden wir folgende Werte:

I. Ständiger Gerstenbau:

a) ohne Düngung . . . . 3470 kg Stickstoff auf den Hektar
b) mit Stallmistdüngung . 4804 „ „ „ „ „

II. Vierjährige Fruchtfolge mit Leguminosen:

a) ohne Düngung . . . . 5025 kg Stickstoff auf den Hektar
b) mit Stallmistdüngung . 6164 „ „ „ „ „

Auf diese Weise führt eine richtige Fruchtfolge mit Leguminosen, indem sie die Ernten steigert, auch zu einer merklichen Anreicherung des Bodens an Stickstoff[1].

Ebenso wurde auch auf dem Versuchsfeld in Poltawa die Wirkung des Anbaues der Leguminosen auf den Stickstoffgehalt sowohl im Boden als auch in den Ernten der Getreidearten, die auf die Leguminosen folgten, festgestellt. So enthielt der Sommerweizen nach 15jähriger Luzerne 2,97 % Stickstoff im Korn, nach Winterweizen aber nur 2,43 %. Die absolute Eiweißmenge in der Haferernte schwankte folgendermaßen: Hafer nach Linsen = 156 kg/ha, nach Erbsen = 136 kg/ha, nach Buchweizen = 102 kg/ha, nach Hafer = 100 kg/ha[2].

Es ist auch nicht uninteressant festzustellen, daß die Erforschung der Frage der *Aneignung des Luftstickstoffes* trotz der negativen Ergebnisse der Laboratoriumsversuche dennoch von BOUSSINGAULT fortgeführt wurde gerade infolge der Beobachtung von Ergebnissen, die von ihm bei verschiedenen Fruchtfolgen gewonnen worden waren. Während in einer Dreifelderwirtschaft die Stickstoffmenge in der Düngung und in der Ernte übereinstimmte, erhielt man in komplizierteren Fruchtfolgen (beim Anbau von Klee) ein Plus an N in den Ernten gegenüber der in der Düngung gegebenen Stickstoffmenge. Später zeigten die Berechnungen in Rothamstedt, daß bei der Abwechslung des Weizens mit Leguminosen die Stickstoffbilanz vorteilhafter war als bei der Abwechslung des Weizens mit Brache. Bei SCHULTZ in Lupitz hob die Abwechslung mit Lupinen die Erträge der Getreidearten und der Kartoffeln erheblich. Diese Tatsache erwies erneut die Notwendigkeit weiterer Forschung, die dann durch HELLRIEGELS Entdeckung der Stickstoffassimilation aus der Luft durch die Leguminosen unter Mitwirkung der Knöllchenbakterien ihren Abschluß gefunden hat.

Es wurde von manchen Seiten die Ansicht geäußert, daß die Pflanze im Boden nicht nur nützliche sondern auch schädliche Stoffe zurücklassen könnte, dabei mit der spezifischen Eigenschaft, der eigenen Pflanzenart mehr zu schaden als anderen, und daß hierin die Hauptbedeutung des Fruchtwechsels bestehe. Jedoch sind bisher keine Beweise für das Vorhandensein solcher spezifischer Wurzelausscheidungen geliefert worden[3].

[1] Landw. Versuchsstat. **50**, 339.
[2] Siehe J. exper. Landw. **1902**, 598.
[3] Siehe die kritische Rundschau im Artikel des Verfassers: Zur Frage über Wurzelausscheidungen im 8. Bericht über Vegetationsversuche, 1913; auch in den Nachrichten des Moskauer landw. Institutes, 1913.

II. Die verschiedene Einwirkung der Kulturpflanzen auf den physikalischen Zustand des Bodens.

I. Die einzelnen Pflanzenarten gebrauchen *verschiedene Wassermengen*, gleichviel, auf welche Einheit wir diesen Verbrauch beziehen mögen. So verbrauchen Mais und Hirse auf die Einheit Trockensubstanz bis zur Ernte halb soviel Wasser als andere Getreidearten. Ebenso verschieden ist auch die *Verdunstung*, bezogen auf die Einheit der Blattoberfläche. Am wichtigsten für uns ist, daß der Wasserbedarf auch nicht derselbe ist, wenn man ihn auf die von Pflanzen besetzte Flächeneinheit bezieht. Je dichter die Pflanzen stehen, je länger sie das Feld beanspruchen, um so stärker trocknen sie den Boden aus. Deshalb trocknen die Futterpflanzen den Boden mehr aus als z. B. die Getreidearten. Bei der Auswahl der Fruchtfolge muß man dieser Tatsache manchmal Rechnung tragen; z. B. darf man nicht in trockenem Klima Winterung unmittelbar nach Futterpflanzen[1] bestellen.

II. Die einzelnen Pflanzenarten hinterlassen den Boden in verschiedenem *Strukturzustand*. So ist der Boden nach Getreidearten dichter gelagert und neigt mehr zu einer Verschlämmung als nach Wurzel- und Knollenfrüchten, bei deren Bestellung er auf größere Tiefe gepflügt, danach wiederholt im Laufe der Vegetationszeit gehackt und bei der Ernte wiederum gelockert wird. Manchmal geht dieses Hacken aber zu weit und führt sogar zu ungünstigen Folgen (Pulverisierung des Bodens bei wiederholtem Eggen während der Kartoffelernte). Nach Futterpflanzen bleibt der Boden von Wurzelresten durchsetzt und kann bei geeigneter Bearbeitung die bestmöglichste Struktur annehmen. Deshalb erscheint die Abwechslung in dieser Hinsicht nützlich, da sie den Boden davor schützt, daß er seine normale Struktur verliert. Man begegnet auch Fällen, wo man bei verstärktem Anbau der Wurzelfrüchte daran denken muß, Futterpflanzen einzuführen, um diese Nachteile auszuschalten.

III. Das verschiedene Verhalten der Kulturpflanzen zu anderen Organismen.

(Biologische Grundlagen der Fruchtfolge.)

I. In Gesellschaft mit den angebauten Nutzpflanzen treten *Unkräuter* auf, die für diese Pflanzen besonders charakteristisch sind und sich weitgehend der betreffenden Kulturpflanze angepaßt haben. Die Unkräuter der Winterung und der Sommerung, der Getreidearten und der Wurzelfrüchte sind verschieden. Die Abwechslung der Kulturpflanzen, vor allem die Einführung der Hackfrüchte, erleichtert den Kampf gegen das Unkraut sehr.

II. Noch mehr an bestimmte Pflanzen angepaßt erscheinen die *Parasiten*, die dazu neigen, sich bei dem Daueranbau einer Pflanzenart stark zu vermehren. So wird bei wiederholtem Anbau der Zuckerrübe oft die Erscheinung der *Rübenmüdigkeit* beobachtet, bei der weder die Düngung noch die übrigen Kulturmaßnahmen helfen, eine normale Erntehöhe zu erreichen. Die Ursache hierfür sind die *Nematoden* (Fadenwürmer, die an den Wurzeln leben). Fast der einzige Ausweg in diesem Falle scheint die weniger häufige Wiederkehr der Rübe in der Fruchtfolge zu sein, also eine andere Fruchtfolge. Wenn bei uns die Nematoden auch nicht so verbreitet sind wie in Deutschland, so zwingt uns die Vermehrung

[1] Unter Futterpflanzen sollen im nachfolgenden lediglich Futtergräser und Leguminosen verstanden werden (Der Herausgeber).

anderer Schädlinge der Zuckerrübe, mit ihnen bei der Auswahl der Fruchtfolge zu rechnen. Das gleiche wird auch bei einem Daueranbau der Sonnenblume beobachtet. Sie wird dann in starkem Maße durch den Kleeteufel (Orobanche cumana) befallen. Als der Anbau der Ölfrüchte aus der Familie der Kreuzblütler vorteilhafter war als jetzt, bestand in einigen Gegenden das Bestreben, ihnen einen bedeutenden Prozentsatz der Anbaufläche zuzuteilen. Aber die Vermehrung der Insekten (Haltica u. a. m.) zwang oft, in dieser Hinsicht vorsichtig zu sein und gewisse Grenzen nicht zu überschreiten. In der stärksten Form zeigte sich in den Vereinigten Staaten die Wirkung der Schädlinge bei dem *Daueranbau der Baumwolle*. Dort zwang der *Kapselkäfer* (Anthonomus grandis) dazu, den Prozentsatz der Baumwollfläche zu verringern und von dem Daueranbau zu einer regelmäßigen Fruchtfolge überzugehen. Wir müssen leider feststellen, daß wir noch nicht immer die Ursache für die eine oder andere Ermüdungserscheinung genügend kennen, wenn wir auch annehmen, daß sie auch in diesen Fällen auf biologischer Ursache beruht. Dies gilt z. B. auch für die Erbsenmüdigkeit, in den meisten Fällen auch für die Leinmüdigkeit (s. unten in den entsprechenden Kapiteln). Die Kleemüdigkeit fand in vielen Fällen, in denen sie vermutet wurde, ihre Erklärung in einer einfachen Erschöpfung des Bodens an Phosphorsäure; in anderen Fällen liegt die Ursache in dem Auftreten von Pilzkrankheiten.

Bei allen Versuchen, den Fruchtwechsel — im weitesten Sinne des Wortes — außer acht zu lassen, sind die Widerstände, die sich aus den *biologischen Faktoren* ergeben, am schwierigsten zu überwinden. Die Erschöpfung des Bodens können wir durch zweckmäßige Düngung beseitigen, den Verlust der notwendigen Bodenstruktur durch Düngung mit organischen Substanzen, Kalk und durch richtige Bearbeitung wiederherstellen. Jedoch mit der Vermehrung der Parasiten werden wir sehr häufig ohne die erforderliche Fruchtfolge nicht fertig werden können.

Außerdem beeinflussen die *klimatischen Verhältnisse* die Auswahl der einen oder anderen Fruchtfolge auch noch in starkem Maße, indem sie oft die Freiheit in der Auswahl der Kulturpflanzen einengen und uns zwingen, bei der Brache öfter Zuflucht zu suchen, als es aus anderen Gründen erforderlich erscheint. So darf man bei uns in den meisten Fällen die Winterung nicht nach Wurzelfrüchten bestellen, weil die Bestellung der Winterung viel früher beginnt als die Ernte der Wurzelfrüchte. Oft ist es schwer, vor Winterung Kartoffeln anzubauen. Man ist dann gezwungen, Pflanzen vorzuziehen, die das Feld früher räumen, z. B. Klee, der früh gemäht wird, Wickhafer als Grünfutter, Früherbsen zur Körnergewinnung u. a. m.

So ergibt sich die *Notwendigkeit einer Fruchtfolge* aus der Wirkung, welche die vorhergehende Pflanzenart auf die nachfolgende ausübt. Wenn diese Wirkung nicht vorhanden wäre, so brauchten die einzelnen Kulturpflanzen nicht jährlich von einem Platz zum andern zu wandern, sondern könnten ständig in verschiedener Entfernung vom Wirtschaftszentrum angebaut werden, wobei das Schema von THÜNEN seine Anwendung nicht nur auf ein ganzes Reich sondern auch auf die einzelne Wirtschaft finden würde.

Man nennt einen sich periodisch wiederholenden Wechsel der Pflanzen *Fruchtfolge*, wobei gewöhnlich die Abwechslung der Felder im Raum ganz der Abwechslung der Pflanzen in der Zeit entspricht.

Jedoch gibt es Fälle, wo die Zahl der Jahre und die Zahl der Schläge nicht übereinstimmen. So trifft dieser Fall für die sog. „Jaroslawer" Fruchtfolge mit Klee zu, die von einigen bäuerlichen Dorfgemeinschaften im Gouvernement Moskau bei der Einführung des Grasbaues auf Ackerland eingeführt wurde. Die Zahl der Schläge beträgt dort 4

(Brache — Roggen — Sommerung — Klee). Jedoch ist der Umlauf 8jährig. Dies wird deshalb gemacht, um den Klee 2 Jahre auf demselben Schlage stehenlassen zu können. In der französischen Sprache gibt es verschiedene Ausdrücke für die Unterscheidung des Wechsels der Pflanzen, mit Bezugnahme auf die Zeit „Rotation", mit Bezugnahme auf den Raum „Assolement".

Die Auswahl der Fruchtfolge hängt neben technischen Überlegungen auch von wirtschaftlichen Beweggründen ab. Die Fruchtfolge muß dem gegebenen *Wirtschaftssystem* und dem *Feldsystem* entsprechen.

Unter einem *Wirtschaftssystem* versteht man (qualitativ wie quantitativ) Art und Mittel der Vereinigung der drei Produktionsfaktoren der Wirtschaft: Boden, Arbeit und Kapital (Ludogowski). Bei der Einteilung der Wirtschaftssysteme zieht man am häufigsten folgende inneren Merkmale in Betracht:

1. Die Vorherrschaft des einen oder des anderen Wirtschaftszweiges. Je nachdem, auf welchen Betriebszweig das Hauptgewicht verlegt worden ist, haben wir es mit folgenden Systemen zu tun: *Körnerwirtschaften,* wenn das Hauptgewicht des Betriebes auf dem Ackerbau und dem Anbau der Nutzpflanzen beruht, wobei die Produkte der Feldwirtschaft (Korn) unmittelbar auf den Markt gelangen; *Viehwirtschaften,* bei Vorherrschen der Viehhaltung und dem Anbau von Futterpflanzen; *Landgüter mit technischen Nebengewerben,* welche den Organisationsplan der Wirtschaft maßgebend bestimmen, wenn die Wirtschaft auf technischen Erzeugnissen aufgebaut ist, z. B. Spiritusherstellung aus Kartoffeln und Roggen, Zuckergewinnung aus Rüben usw.

2. Die Intensität der Wirtschaft. Auf Grund der Intensität, d. h. derjenigen Menge an Arbeit und Kapital, die für die Flächeneinheit aufgewendet wird, werden die Wirtschaftssysteme eingeteilt in *extensive,* die mehr den früheren Zeiten entsprechen, wo der Boden billig, Arbeit und Kapital dagegen teuer waren, und in *intensive,* die mehr der Gegenwart entsprechen, weil infolge der Bevölkerungsvermehrung der Boden teurer, Arbeitskräfte und Kapital dagegen billiger wurden. Ebenso wirkt auch die Entfernung von den dicht bevölkerten Zentren. Es ist selbstverständlich, daß die Begriffe „intensiv" und „extensiv" relativ sind. Ein Wirtschaftssystem, das für Deutschland extensiv ist, kann in Rußland intensiv sein; das gleiche gilt auch von verschiedenen Gegenden ein und desselben Landes.

3. Die Mittel zur Sicherstellung der Fruchtbarkeit des Bodens. Danach kann man die Wirtschaftssysteme einteilen in: a) *primitive,* wenn die Fruchtbarkeit des Bodens durch Feldgraswirtschaft oder durch Brache ohne Düngung sichergestellt wird, b) *Stallmistwirtschaften,* wenn die Fruchtbarkeit des Bodens durch stallmistgedüngte Brache aufrechterhalten wird. c) *Industrielle Wirtschaften,* in denen die Fruchtbarkeit des Bodens durch Düngemittel erhalten wird, die nicht in der eigenen Wirtschaft selbst erzeugt, sondern gekauft werden. Tatsächlich findet die neuzeitliche Landwirtschaft in Gegenden intensiver Kultur keine Gegensätzlichkeit in der Verwendung von Stallmist und mineralischen Düngemitteln, sondern wendet sie gleichzeitig an und sieht gerade in dieser Vereinigung den Weg zu Höchsterträgen.

Unter dem *System des Ackerbaues* versteht man die Nutzungsart der Flächen eines Landgutes durch die eine oder andere Kulturpflanze.

Wenn dem Worte *„Ackerbau"* ein weiterer Sinn verliehen wird, so wird das „System des Ackerbaues durch das Verhältnis der verschieden (als Acker, Wiese, Weide, Wald) genutzten Feldstücke charakterisiert".

Das System der Feldwirtschaft, das besonders stark vom Wirtschaftssystem abhängt, wird gekennzeichnet durch das Verhältnis der Flächen, 1. die zum Anbau der Futterpflanzen Verwendung finden, 2. von solchen, deren Ernteprodukte industriell verarbeitet werden, und 3. von Flächen, deren Ernte ohne

weiteres verkäuflich ist. Als charakteristisch für das System der Feldwirtschaft kann ebensogut auch das Verhältnis der nährstoffmehrenden zu den nährstoffzehrenden Pflanzen angesehen werden.

Man unterscheidet folgende *Ackerbausysteme*: Weidewirtschaft, Umlagewirtschaft, Körnerwirtschaft, verbesserte Körnerwirtschaft und Fruchtwechselwirtschaft. Jedes System der Feldwirtschaft hat außerdem seine eigenen Rotationen.

Betrachten wir kurz den Wechsel der verschiedenen Systeme des Ackerbaues mit ihren Rotationen in der geschichtlichen Entwicklung.

Als älteste Form der Bodennutzung erscheint die *Weidewirtschaft* oder die *wilde Graswirtschaft*. Infolge der geringen Bevölkerungsdichte steht jedem Landwirt eine große Bodenfläche zur Verfügung, die er durch Viehhaltung nutzt. Fast der einzige Reichtum des Menschen in dieser Zeit ist das Vieh, das ihm sowohl Nahrung als auch Kleidung liefert. Dieses System hat sich in einigen Gegenden von Rußland (Kirgisensteppe, Südsibirien) länger gehalten infolge der ausgebreiteten Steppenflächen, infolge des Mangels an geeigneten Verkehrsmitteln für den Getreidetransport und infolge des verhältnismäßig leichten Viehtransportes. Die ganzen Sorgen der Nomadenvölker bestehen in dem Auffinden guter Weiden für den Sommer und Winter und in der wirtschaftlichen Nutzung dieser Weideflächen. Dabei läßt man sich von der Flora der verschiedenen Steppengebiete leiten. Zuerst werden diejenigen Gebiete abgeweidet, die eine Flora besitzen, die bald hart wird (Stipa pennata und capillata — Feder- und Haarpfriemengras), dagegen werden die Gebiete mit saftigen Kräutern und auch die Salzbodengebiete bis zum Schluß aufgehoben.

Bei genügendem Raum erfolgen Wanderungen auf große Entfernungen vom Frühjahr bis zum Juli nach Norden; dann folgt eine Rückbewegung nach Süden.

Die *Weidewirtschaft* hat sich ebenfalls in einigen Gebirgsgegenden gehalten (Alpenwirtschaft), dort, wo durch die Kürze des Sommers (der Schnee bleibt lange liegen) das Getreide nicht reif wird, der üppige Graswuchs dagegen eine Möglichkeit bietet, sich mit Viehzucht zu befassen. Dies kann man bei uns im Kaukasus beobachten, auch in den Schweizer Alpen, wo das Vieh im Sommer auf die Berge getrieben wird, um im Herbst langsam in die Täler hinabzusteigen.

Zu derselben Wirtschaftsart gehört auch die *Renntierhaltung* im hohen Norden.

Mit dem Anwachsen der Bevölkerungsdichte überläßt die Weidewirtschaft ihren Platz dem nächstfolgenden System — der *Umlagewirtschaft* mit ihren Unterabteilungen — der *Umlagewirtschaft* in den Steppen und der *Waldfeldwirtschaft*, auch Brennwirtschaft im Norden. Zuerst wird ein unbedeutender Teil der Fläche dem Getreidebau zugewiesen, wobei sich die ganze übrige Fläche bei der Umlagewirtschaft unter der wilden Steppenflora befindet oder bei der Waldfeldwirtschaft unter Wald. Dabei erfolgt die Auswahl des Feldes für den Getreideanbau vollkommen willkürlich. Mit dem Bevölkerungszuwachs und der Verringerung der Bodenfläche eines jeden Besitzers beginnt eine regelmäßigere Nutzung der ganzen Fläche. Sie wird in Schläge eingeteilt und während die einen von diesen Teilstücken gepflügt werden, lagern die anderen, wobei man sie durch Viehhaltung nutzt. Wenn z. B. die Umlagezeit 25 Jahre dauert, die Zeit der Beackerung dagegen 5 Jahre, so sind zwei Ordnungen möglich. Entweder wird die ganze Fläche in 6 Teile geteilt, jeder Teil wird 5 Jahre lang gepflügt, wonach er in den Lagerzustand übergeht und das Nachbarstück unter den Pflug genommen wird. Auf diese Weise wird das erste Teilstück, nachdem alle übrigen ihrerseits in Ackerkultur gestanden haben, nach 25 Jahren wiederum

als Acker genutzt. Oder man hat 30 Teilstücke, von denen sich 5 unter dem Pflug befinden, jedes Jahr aber ein Teilstück in den Lagerzustand übergeht und an seiner Statt ein neues umgepflügt wird. Dabei wird gleichzeitig durch die Getreidefläche eine Reihe von Teilstücken in Anspruch genommen, die der Zeit ihrer Bearbeitung nach verschieden alt sind. Diese zweite Ordnung ist die übliche, weil die Teilstücke, die im ersten, zweiten, dritten Jahre usw. mit Getreide bestellt werden, nicht gleich hohe Erträge liefern. Daher setzt sich bei der ersten Ordnung die Fläche der einzelnen Fruchtarten nicht alljährlich aus gleichwertigen Feldstücken zusammen; außerdem nimmt auch der Ertrag mit dem Bearbeitungsalter des Feldstückes ab.

Die Gründe für die Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit im ruhenden Boden sieht man erstens darin, daß der Boden, indem er viele Jahre mit Pflanzen bedeckt bleibt, die tiefgehende Wurzeln entwickeln, sich in der Ackerkrume mit Stickstoff (durch das Festhalten des gebundenen Stickstoffes der Niederschläge, wie auch durch Beteiligung der Leguminosen an der Steppenflora) und mit organischen Stoffen anreichert, und daß er die Normalstruktur wiederherstellt; zweitens darin, daß die wieder in Benutzung genommenen Flächen wenig verunkrautet sind.

Es ist interessant, daß auf einem verlassenen Acker in einer Waldbrandwirtschaft die Erle oft stark wieder wächst, an deren Wurzeln sich Gebilde finden, die den Wurzelknöllchen der Leguminosen ähnlich sind und daher zur Anreicherung des Bodens mit Stickstoff beitragen.

Im Schwarzerdegebiet kann noch die Anreicherung mit Stickstoff aus der Luft durch die Tätigkeit einiger frei lebenden Bakterien (Azotobacter), außer durch die in Symbiose mit den Leguminosen lebenden Knöllchenbakterien, Bedeutung erlangen.

Kostytschew fand, daß die Hauptursache für die Bodenfruchtbarkeit im Schwarzerdegebiet gerade in der festen Krümelstruktur besteht, die durch das Eindringen der Wurzeln der Steppenpflanzen in verschiedener Richtung zwischen die einzelnen Krümelchen des Bodens bedingt wird. Die Schicht, die aus diesen Krümelchen besteht, die wie eine Perlenkette miteinander verbunden sind, ist sehr locker und behält gleichzeitig auf lange Zeit die Krümelstruktur bei. Nach 5—10 Anbaujahren, bei Waldfeldkultur sogar schon nach 3—4 Jahren, verändert sich die Struktur, der Boden verunkrautet; es tritt die Notwendigkeit ein, den Boden lagern zu lassen. Auf den ruhenden Flächen herrschen zuerst Unkräuter oder ausläufertreibende Gräser vor, z. B. Triticum repens, Bromus inermis, Hierochloa odorata. Das Vorkommen des einen und anderen Unkrautes hängt von verschiedenen Bedingungen ab, u. a. auch von der Art der Ackerarbeit in den letzten Jahren. Bei einer Bodenbearbeitung mit Geräten, die den Boden nicht wenden, sondern nur lockern (Ackerhaken), bedeckt sich der Boden mit Samenunkräutern, weil die Samen derselben nicht tief vergraben werden. Außerdem werden die Rhizome der Gräser beschädigt, sie werden an die Oberfläche gebracht, wo sie umkommen. Bei Bearbeitung mit dem wendenden Pfluge ist es umgekehrt; es vermehren sich diejenigen Gräser, die sich durch ihre Rhizome fortpflanzen, weil hier die Samen durch große Erdmassen des gewendeten Bodens zugeschüttet werden, die ihre Keimung erschweren. Rhizome aber, die sich in der Nähe der Oberfläche befinden, werden bei der Wendung des Bodens nicht beschädigt; sie bleiben ungefähr in der gleichen Tiefe. Ferner ist beobachtet worden, daß es nicht bedeutungslos ist, nach welcher Pflanze der Boden in den Lagerungszustand übergeht. So ist z. B. der Anbau von Buchweizen dem Auftreten von Gräsern auf dem verlassenen Acker wenig günstig.

Nach einigen Jahren (15—25) wird die Struktur des Lagerbodens immer dichter und dieser bedeckt sich allmählich mit typischen Horstgräsern der Steppe, deren Samen durch den Wind übertragen werden: z. B. Festuca ovina, Koeleria

cristata, Stipa pennata, wobei es gleichgültig ist, ob der Boden vorher mit Pflanzen aus den Familien der Kompositen, Papilionazeen, Labiaten u. a. oder mit Triticum repens und Bromus inermis bedeckt war[1].

Dieses Moment bringt die Möglichkeit mit sich, den Lagerboden von neuem mit Getreidearten zu bestellen, ohne eine Verunkrautung der Saaten befürchten zu müssen. In der ersten Nutzungszeit werden vor allem Pflanzenarten angebaut, die wertvoller und empfindlicher gegen Verunkrautung sind: Flachs, Weizen und Hirse, dann erst die weniger wertvollen: Hafer, Buchweizen u. a. In einigen Gegenden wird z. B. folgender Wechsel der Getreidearten auf dem bearbeiteten Feld durchgeführt: Flachs — Hirse — Weizen — Brache — Roggen — Hafer, worauf der Boden wieder in den Lagerzustand übergeht. Manchmal begegnet man auch folgender Fruchtfolge: Weizen — Winterroggen ohne Brache — Weizen usw.

Mit der wachsenden Nachfrage nach Getreide werden immer größere Flächen bestellt. Infolgedessen werden die Umlageflächen immer kürzere Zeit im Lagerzustand belassen. Unter diesen Verhältnissen kann sich natürlich der Lagerboden nicht genügend auslagern. Er wird bearbeitet, während er noch mit Unkräutern bewachsen ist und seine typische Struktur noch nicht erreicht hat. Hierdurch wird die Notwendigkeit hervorgerufen, die Umlagewirtschaft durch das nächste Wirtschaftssystem abzulösen, die *Körnerwirtschaft*, bei der die ganze Fläche alljährlich bearbeitet, jedoch nur ein Teil bestellt wird; der andere Teil bleibt in Brache liegen, wobei die eine oder andere Bearbeitungsweise angewendet wird. Den Übergangszustand kann man bisweilen in derselben Gegend beobachten, wenn die Besitzer, die viel Boden haben, noch beim alten System verharren, während die Bauern, die wenig Boden besitzen, schon zur Körnerwirtschaft übergegangen sind.

Bei der *Körnerwirtschaft* wird die Viehhaltung verringert. Mitunter wird nur das Arbeitsvieh gehalten, zu dessen Ernährung die Wiesen und Weiden dienen. Die ganze übrige Fläche mit Ausnahme der Brache wird mit Kulturpflanzen bestellt. Zuerst wird manchmal das *Zweifeldersystem* angewendet, z. B. in Sibirien, bei dem die Hälfte der Felder mit Getreide bestellt wird, die andere Hälfte brachliegen bleibt: z. B. Brache — Roggen oder Brache — Sommerweizen. Bei zunehmender Rentabilität des Getreidebaues beginnt dieser $^2/_3$ der Felder zu besetzen, und nur $^1/_3$ bleibt unter Brache. Einer derartigen Verteilung der Felder entspricht die bekannte *Dreifelderwirtschaft*: Brache — Winterung — Sommerung. Nach und nach beginnt man, um die Fruchtbarkeit des Bodens besser zu erhalten, Stallmist anzuwenden, zu dessen Gewinnung die Rohstoffe von den Feldern (in Form von Stroh) und von den Wiesen geliefert werden.

Während in der Periode der Umlagewirtschaft die „*Wiederherstellung der Fruchtbarkeit*" hauptsächlich darin besteht, daß die Struktur des Bodens wiederhergestellt wird und daß die Unkräuter entfernt werden, ohne daß man hierzu viel Arbeit aufwendet, hat in der Periode der Dreifelderwirtschaft die Bearbeitung der Brache den Zweck, außer den bereits genannten Zielen auch noch Nitrate anzusammeln und Feuchtigkeit zu sparen. Allmählich tritt je nach der Erschöpfung des Nährstoffvorrates des Bodens die Unzulänglichkeit dieses Wirtschaftssystems in Erscheinung.

Diese Allmählichkeit bezieht sich auf das Gebiet der Schwarzerde. Im Gebiet außerhalb der Schwarzerde verlangt die Dreifelderwirtschaft vom Augenblick ihres Bestehens an Stallmist.

---

[1] Siehe P. A. Kostytschew: Die Bearbeitung und Düngung der Schwarzerde. 1892. Alles Gesagte bezieht sich nur auf das „Gebiet der Schwarzerde". Im Norden dagegen wächst auf dem verlassenen Acker wieder Wald.

Man muß zum Stallmist greifen; später hat man unter einem großen Mangel an Stallmist zu leiden und sich mit der Notwendigkeit des Futterpflanzenbaues auf den Feldern bei Anwendung mineralischer Düngemittel abzufinden.

Die Welle dieses Überganges hat sich allmählich vom Zentrum aus nach der Peripherie hinbewegt. So herrschte zur Zeit Iwan des Schrecklichen die *stallmistlose Wirtschaft* im Gouvernement Rjasan, wie ein Augenzeuge berichtet, der diese reiche Gegend beschreibt in: „Moskowiter Land und Regierung" von H. V. Staden. „Das Land ist geil.... Bei Aussaat geringer Kornmengen vermögen die Bauern nachher kaum die Ernte zu bergen. Der ganze Stallmist wird zu den Flüssen hingefahren. Wenn der Schnee schmilzt und das Wasser des Flusses anschwillt, wird der Stallmist fortgeschwemmt. In diesem Lande gibt es viele Linden, Bienen und Honig. Mit einem Wort, es ist ein derart herrliches Land, wie ich es noch nie vorher gesehen habe[1]."

Während für das Gouvernement Rjasan die Zeiten der stallmistlosen Wirtschaft längst verschwunden sind, hielt man unlängst im Gouvernement Charkow den Stallmist für überflüssig, ja sogar für schädlich (1820—1830). Jedoch nach 50 Jahren fing auch dort das Bild an sich zu verändern, und jetzt, nach 100 Jahren, kam die Versuchsstation in Charkow zu dem Ergebnis, daß die Düngung der Spätbrache zu einem größeren Erfolg verhilft als irgendeine Bearbeitungsmethode der reinen Brache ohne Düngung. Die stallmistlosen Wirtschaften sind weit in die Steppe verdrängt worden, in das Gebiet hinter der Wolga, nach Sibirien. Aber auch dort treten schon Anzeichen auf, die das Herannahen einer Wirtschaftsänderung voraussagen[2].

Die *Wiesen* müssen sich bei der Dreifelderwirtschaft in einem bestimmten Verhältnis zum Ackerlande vorfinden, sonst tritt Stallmistmangel ein.

Jedoch infolge der Zunahme der beackerten Fläche und der Verringerung der Wiesenfläche mangelt es immer mehr an Stallmist und die Ernten sinken allmählich. Infolge der großen Nährstoffmengen, die aus der Wirtschaft ausgeführt werden, im Vergleich zu den Nährstoffen, die durch den Stallmist in den Boden wieder zurückgebracht werden, tritt die Notwendigkeit auf, die Stallmistgaben zu erhöhen. Aber die Fläche, die gedüngt werden soll, ist zu groß. Die Brache nimmt ein ganzes Drittel des Ackerlandes ein. Sie wird im Frühjahr als Viehweide benutzt und erfüllt deswegen ihren Zweck als Brache nicht mehr. Ungünstig erscheint die große Einförmigkeit der Kulturpflanzen bei der Dreifelderwirtschaft auch aus dem Grunde, weil die Gefahr der Insektenschäden — z. B. durch Anisoplia austriaca im Süden — oder der Dürre unverhältnismäßig groß ist. Hierdurch wird das Bestreben hervorgerufen, diese Wirtschaftsform zu ändern. Deswegen greift man in diesen Gegenden zum Anbau von Futterpflanzen (Wickgemenge, Hackfrüchte), die man in die Brache einführt, oder zum Kleebau im Rahmen der alten Dreifelderwirtschaft, wie es früher in Deutschland der Fall war; z. B. Brache — Roggen mit Klee-Untersaat — Klee zur Heugewinnung — Kleebrache und wiederum Roggen — Hafer. Solche Wirtschaftsformen werden als *verbesserte Körnerwirtschaften* bezeichnet.

Die verbesserte Körnerwirtschaft ist nur eine Übergangsform zwischen der Körnerwirtschaft und der *Fruchtwechselwirtschaft*.

---

[1] Staden, Heinrich: Über das Moskau Iwan des Schrecklichen. Aufzeichnungen eines deutschen Opritschnik (Bezeichnung für die Mitglieder der Leibwache Iwan des Schrecklichen). Das Originalmanuskript von H. V. Staden, zu deutsch: Moskowiter Land und Regierung im 16. Jahrhundert, ist im Reichsarchiv in Hannover aufbewahrt. Übersetzung ins Russische siehe Ausgabe von Sabaschnikow 1925.

[2] Siehe z. B. E. W. Bobko: Probleme der Düngung in der sibirischen Landwirtschaft. Omsk 1927.

Der erste Fruchtwechsel wurde vorgeschlagen vom römischen Schriftsteller COLUMELLA (Wurzelfrüchte — Weizen — Leguminosen). Später schrieb TORELLO in Italien im Jahre 1566 über Fruchtfolge, in Frankreich OLIVIER DE SERRE (1600), in England ARTHUR JOUNG (18. Jahrhundert), in Deutschland SCHUBART und THAER (Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts).

Dieses letztere System wird folgendermaßen charakterisiert. Die ganze Fläche mit Ausnahme der besten (natürlichen) Wiesen oder solcher Feldstücke, die aus irgendeinem Grunde zur Kultur ungeeignet sind (z. B. infolge Überschwemmung), wird gepflügt. Die Brache wird auf ein Minimum herabgesetzt oder sie existiert überhaupt nicht mehr.

So erfolgte in Deutschland im Laufe des 19. Jahrhunderts eine Verringerung der Bracheflächе von 33 % auf 4,5 %, im 20. Jahrhundert ist ihre Fläche bis auf 2 % gesunken.

Die Getreidearten wechseln regelmäßig mit Leguminosen, Hackfrüchten und mit Futterpflanzen ab. Die Fruchtbarkeit des Bodens wird sowohl durch Stallmistdüngung wie auch durch eine regelmäßige Fruchtfolge unterstützt. Die Verringerung der Wiesenfläche und der Weiden ruft gewöhnlich die Notwendigkeit der Stallfütterung (ohne Weidegang) hervor (neben anderen Überlegungen).

Die geringste Zahl der Schläge einer typischen Fruchtwechselwirtschaft beträgt 4.

Jedoch trifft man in Belgien eine Dreifelderwirtschaft, die in nichts die Regeln der Fruchtfolge stört, z. B. 1. Klee, 2. Winterung — Steckrüben, 3. Sommerung. Wenn man den Winterungsschlag vom Sommerungsschlag nicht trennt, so kann man auch andere Variationen einer Dreifelderwirtschaft mit strengem Fruchtwechsel aufstellen, z. B. Kartoffeln — Getreide — Leguminosen zur Futtergewinnung.

Als typischer Vertreter des Fruchtwechsels ist die *Norfolker Fruchtfolge* bekannt, die im Westen unter intensiven Wirtschaftsverhältnissen entstand. Sie ist eine Vierfelderwirtschaft ohne Brache: Wurzelfrüchte — Sommergetreide mit Kleeinsaat — Klee — Winterung. Man hat etwa vor 100 Jahren versucht, auch bei uns diese Fruchtfolge einzuführen; aber sie hat damals keine Verbreitung gefunden, weil sie für unsere Verhältnisse mit wesentlichen Unbequemlichkeiten verbunden war. Der Klee, dessen Saatgut teuer ist, wird zu schnell umgepflügt und kehrt zu oft auf demselben Schlage wieder, wodurch die Gefahr der Kleemüdigkeit hervorgerufen wird, sofern man mit dieser Gefahr überhaupt noch rechnen soll. Außerdem erhält man in dieser Fruchtfolge eine zu große Fläche mit Futterpflanzen, die mit Wurzelfrüchten bestellt ist, was ebenfalls seine Unbequemlichkeiten hat, wenn diese Wurzelfrüchte ausschließlich als Futterpflanzen genutzt werden und nicht als Industriepflanzen. Jedoch die Ablösung der Wurzelfrüchte durch die Kartoffel kann dem Schlage eine wirtschaftliche Bedeutung verleihen, wenn er auch nicht zu Futter- oder technischen Zwecken Verwendung findet, sondern hierdurch zur menschlichen Ernährung dient.

In Wirtschaften ohne technische Nebenbetriebe (mit unentwickeltem Anbau der Wurzelfrüchte) nimmt die Fruchtfolge mit Klee oft den Charakter der Fruchtfolge einer *Feldgraswirtschaft* an: so z. B. die *Fruchtfolge von Wolokolamsk* mit *acht* Schlägen, die an sich zwei Dreifelderrotationen darstellt, zwischen welche zwei Kleejahre eingeschaltet sind: Brache — Winterung — Klee — Klee — Sommerung — Brache — Winterung — Sommerung. Weil in ihr jede Kultur auf zwei Feldern vertreten ist, so kann man, indem man auf jedem Schlage den achtjährigen Wechsel aufrechterhält, eine Vierfelderwirtschaft erhalten: Brache — Winterung — Klee — Sommerung, indem man nur alle 2 Jahre Klee sät und ihn 2 Jahre nutzt. So entstand die *Jaroslawer Fruchtfolge*, die an sich nach dem Verhältnis der Schläge an die Norfolker Fruchtfolge erinnert, nur daß hier der Hack-

fruchtschlag (Wurzelfrüchte) durch Brache ersetzt ist. Man kann die Jaroslawer Fruchtfolge auch als eine Dreifelderwirtschaft ansehen mit einem vierten außerhalb der Rotation stehenden Schlage, der als mehrjährige Futterfläche bestellt und bei Dünnerwerden des Bestandes umgepflügt wird, nachdem man vorher einen anderen Schlag mit Futterpflanzen bestellt hat, der dann aus der Fruchtfolge ausgeschaltet wird.

Während in Westeuropa der Übergang von der Dreifelderwirtschaft zum Fruchtwechsel um die Wende des 18. und 19. Jahrhunderts unter dem Einfluß von SCHUBART und THAER stattfand, fing bei uns, abgesehen von einigen vorauseilenden Privatwirtschaften, der *Kleegrasbau* in bäuerlichen Wirtschaften in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts im Gouvernement Moskau und am Ural an aufzutreten, und zwar unter dem Einflusse der damals in der Entwicklung begriffenen landwirtschaftlichen Beratungsämter der Provinziallandtage. Auf diese Weise wurde bei uns die Einführung einzelner Bestandteile des Fruchtwechsels (in die Dreifelderwirtschaft) begonnen, und zwar erschien im Norden der Klee als Vorläufer eines solchen Überganges zum Fruchtwechsel, im Süden dagegen der Hackfruchtbau: Kartoffeln, Sonnenblumen, Rüben u. a. m.

In neuerer Zeit allerdings macht sich auch im Norden das Bestreben bemerkbar, einen Hackfruchtschlag mit Kartoffeln einzuführen. Dieses wurde zuerst durch Ernährungsschwierigkeiten in den Revolutionsjahren hervorgerufen, jedoch wurde es später mit der Aufgabe der Hebung der Viehhaltung verbunden. Man könnte glauben, dies wäre am einfachsten durch die Einführung der Norfolker Fruchtfolge zu bewerkstelligen, aber der Wunsch, die 2jährige Nutzung des Klees und die unbestellte Brache aufrechtzuerhalten, schiebt immer noch den Übergang zur Norfolker Fruchtfolge hinaus trotz der klaren Tendenz zu einer Annäherung. Diese Tendenz zeigt sich z. B. in den nachfolgenden Fruchtfolgen mit 5 Schlägen:

1. Kartoffeln — Sommerung — Klee — Halbbrache mit Klee — Roggen.

Frühes Mähen des Klees und danach Vorbereitung des Feldes zur Winterung mit Stallmistgabe.

2. Brache — Roggen — Kartoffeln — Sommerung, ein Schlag außerhalb der Rotation mit Kleegras.

3. Brache — Roggen — Klee/Kartoffeln — Kartoffeln/Klee — Hafer[1].

Das größte Bestreben, sich der Norfolker Fruchtfolge anzunähern, finden wir in der 4jährigen Fruchtfolge, die von dem Agronomen WOLEIKO für Karelien vorgeschlagen wurde, in welcher das Verhältnis der Kulturflächen zueinander mit der Norfolker Fruchtfolge identisch ist, nur daß man den Klee 2 Jahre nutzt. Dies wird dadurch erreicht, daß in der Jaroslawer Vierfelderwirtschaft die Brache mit Kartoffeln bestellt wird. Im Raum erhält man folgende 4 Schläge: Kartoffeln — Winterung — Klee — Sommerung; zeitlich dagegen: Kartoffeln — Winterung — Klee — Klee — Sommerung — Kartoffeln — Winterung — Sommerung.

Man kann diese Fruchtfolge auch noch so umschreiben: Bei richtiger Abwechslung der drei Felder: Kartoffeln — Winterung — Sommerung hat man einen vierten Schlag der für zwei Jahre mit Kleegemenge bestellt wird.

Wir müssen allerdings bemerken, daß hier die Möglichkeit, hohe Ernten zu erzielen (bei Roggen und Kartoffeln), dem Kleebau (bei einer 2jährigen Nutzung) geopfert wird. Man muß daran denken, daß, wenn eine Zeit kommen wird, wo man die Brache durch Kartoffelbau ersetzen muß, man dann eher das Sparen an Kleesamen wird aufgeben müssen, d. h. man muß alljährlich Klee säen bei

[1] Vorgeschlagen von A. G. DOJARENKO.

1jähriger Nutzung, um nicht zu niedrige Erträge an Roggen und Kartoffeln zu ernten; d. h. man wird zum richtigen Norfolker Fruchtwechsel übergehen müssen mit seiner klassischen Folge: Winterung — Kartoffeln — Sommerung — Klee, der allerdings nur in feuchten Klimaten gestattet, die Folge: Klee — Winterung ungestraft aneinanderzufügen.

Auf diese Weise wird in den Waldbodengebieten allmählich der Übergang zum Fruchtwechsel vorbereitet. Etwas andere Wege wurden im Gebiet der Schwarzerde beschritten, wo das Bedürfnis an Stallmist nicht so groß war. Dort hatte sich anstatt der Dreifelderwirtschaft die Vierfelderwirtschaft verbreitet: Brache — Winterung — Hackfrucht — Sommerung (Norfolker Fruchtfolge ohne Klee). Abgesehen von dem geringeren Stallmistbedarf wurde der Klee früher deswegen ausgeschaltet, weil er den Boden vor der Winterung zu sehr austrocknen sollte. Ferner wurde angenommen, daß der Klee nur an der Nordgrenze des Schwarzerdegebietes gedeiht und daß er sich südwärts nicht ausdehnen könnte. Aber die späteren Arbeiten der Versuchsstationen (Sumy und Nossowka) haben gezeigt, daß der Klee, wenn er 1jährig genutzt wird (ohne Lieschgras), eine gute Vorfrucht für Winterung darstellt, vor allem, wenn man Phosphate anwendet, und daß ferner die Grenze des Kleebaues weiter nach Süden verschoben werden kann, als man früher annahm, und daß außer dem Klee auch andere Leguminosen (z. B. Früherbsen zur Körnergewinnung) die Stellung der Brache einnehmen können. Alles dieses erlaubt jetzt den Wirtschaften der Zuckerrübengegenden, sich dem richtigen Fruchtwechsel zu nähern, z. B.:

1. Klee — Winterung — Rüben — Erbsen — Hafer.
2. Wickhafer — Winterung — Rüben — Erbsen — Rüben.
3. Klee — Winterung — Rüben — Erbsen — Rüben — Hafer.
4. Klee — Winterung — Rüben — Hafer — Erbsen — Rüben — Hafer.

Unter anderen Verhältnissen können an die Stelle der Rüben Kartoffeln, Sonnenblumen, in Turkestan auch Baumwolle treten. Im letzteren Falle wird der Klee durch Luzerne ersetzt, die auf einem Schlag außerhalb der Fruchtfolge angebaut wird, evtl. auch durch ein Erbsengemenge.

So verläuft die Ablösung der Wirtschaftssysteme in der historischen Entwicklung nach einem gewöhnlichen Schema. Ebenso wiederholt sich dieses Schema im Raum, wenn wir z. B. vom Kosakengebiet nach Kijew wandern. Jedoch sind von diesem Schema in manchen Fällen verschiedene Abweichungen möglich. So erfolgt manchmal der Übergang von der Umlagewirtschaft zu Betriebsformen, die vollkommener sind, ohne daß man sich auf die Brache — Körnerwirtschaft mit der ihr charakteristischen Dreifelderfolge einläßt. Dies war in Holstein der Fall, geschieht auch teilweise in unseren Steppenwirtschaften. Wenn die Umlagewirtschaft nicht mehr genügend mit Futtermitteln versorgt, so geht man zur *Untersaat von Futterpflanzen in den letzten Getreideschlag* über, um all die launenhaften Zufälle zu vermeiden, die durch den Kampf der Quecke mit den andern Unkräutern entstehen, und um zu vermeiden, daß die Felder verquecken. Wir erhalten *Fruchtfolgen mit ausgedehntem Futterpflanzenbau*, z. B. 1. Weizen — 2. Weizen — 3. Brache — 4. Roggen — 5. Sommerung mit Futterpflanzenuntersaat — 6.—12. Futterpflanzen zur Heugewinnung und als Viehweide (Luzerne, Bromus inermis, Agropyrum sibiricum u. a. m.). Auf diese Weise kann im Südosten und in Sibirien der Übergang von der Umlagewirtschaft zur Feldgraswirtschaft gleiche Wirtschaftsformen ergeben wie im Norden Rußlands der Übergang von der Dreifelderwirtschaft zur Feldgraswirtschaft. In der Weiterentwicklung ist auch hier eine Annäherung an eine Fruchtwechselwirtschaft möglich.

Der Übergang von der Dreifelderwirtschaft zum Fruchtwechsel gewährt durch den Kleebau auf dem Ackerland die Möglichkeit, ein richtiges Verhältnis zwischen den Ansprüchen der bodenständigen Kulturen an die Düngung, der Viehzahl und dem Futterbedarf herzustellen. Wenn die Viehhaltung keine selbständige Bedeutung besitzt, so wird die Fläche, die mit Futterpflanzen bestellt ist, durch das Stallmistbedürfnis der Wirtschaft bedingt.

Deswegen muß bei einer Fruchtfolge, die nach den klassischen Beispielen aufgebaut ist (angefangen mit der Norfolker Fruchtfolge), immer eine genügende Stallmistmenge vorhanden sein, um die Erträge hoch zu halten, ohne zum Zukauf von Düngemitteln greifen zu müssen.

Dieser einfache, von Westeuropa bereits durchlaufene Weg steht dem amerikanischen Farmer mit seinem relativ großen, die Arbeitskraft voll ausnutzenden Landbesitz, um so mehr den großen Wirtschaften noch weit offen. Er ist aber in seiner reinen Form ungeeignet für unsere übervölkerten Gebiete, in welchen die Größe des einzelnen „Landanteiles" außerordentlich viel geringer ist als in Amerika und auf den Umfang eines unzureichenden „Ernährungs"anteiles herabgesunken ist, auf welchem sogar ein Pferd nicht genügend ausgenutzt werden kann. Ferner gibt es keine Möglichkeit, überzähliges Vieh zu halten, um Stallmist zu produzieren, weil es notwendig ist, möglichst alle Futterflächen zu verringern, um die Produktionsflächen menschlicher Nahrungsmittel zu erhalten.

Wenn man auch einmal nach mehrmaligem Umlauf der Fruchtfolge infolge des Fruchtwechsels von der Flächeneinheit doppelt soviel Getreide ernten kann, als es bei der jetzigen Dreifelderwirtschaft möglich ist und mithin die Getreidefläche zugunsten des Klees auf ihre halbe Ausdehnung reduzieren könnte, so ist dies nicht möglich, denn der russische Bauer besitzt keine Vorräte, um die Übergangszeit zu überstehen. Außerdem wird in den Gegenden, in welchem die Landverteilung langfristige Wirtschaftspläne unmöglich macht, eine derartige Umgestaltung selbst bei Vorhandensein der erforderlichen Vorräte auf Schwierigkeiten stoßen.

In einer derartigen Lage befindet sich ein großer Teil unseres Zentral-Schwarzerdegebietes und der Ukraine außerhalb der Steppe. Diese übervölkerten Gegenden haben es schon versäumt, sich des „klassischen" Fruchtwechsels zu bedienen, in welchem die Viehzahl und die Futterbeschaffung mit dem Düngerbedürfnis der Wirtschaft eng zusammenhängt, wie es zu Zeiten von ARTHUR JOUNG, SCHUBART und THAER geschah, als nur der Stallmist als Düngemittel existierte.

Diesen Gegenden steht ein unmittelbarer Übergang von der Dreifelderwirtschaft zu einer freieren Fruchtfolge bevor, die kein so festes Verhältnis zwischen den Futterflächen (und Mist) und den Flächen, die mit Getreidearten und Industriepflanzen bestellt sind, verlangt. Diese größere Freiheit in der Wahl einer Fruchtfolge wird durch die Anwendung mineralischer Düngemittel erreicht, die es ermöglichen, erstens auf einer geringeren Fläche (wegen der Düngung des Klees mit Superphosphat und Kalisalzen) mehr Futter und Stallmist zu produzieren als früher, und zweitens den fehlenden Stallmist durch unmittelbare Düngung der technisch verwertbaren Kulturpflanzen mit mineralischen Düngemitteln zu ersetzen. Mit dem Sinken der Düngemittelpreise werden auch die Getreidearten mit künstlichen Düngemitteln gedüngt werden können. Dadurch wird vor allem der Übergang von der Dreifelderwirtschaft zu Wirtschaftssystemen erleichtert, die vollkommener sind. Ein seltenes Zusammentreffen günstiger Verhältnisse erlaubt es bei uns, einen solchen Übergang im nördlichen Teil des zentralen Schwarzerdegebietes, d. h. im südlichen Teil des Gouvernement Tula, dem Gouvernement Orel und benachbarten Gebietsteilen durchzuführen, wo eine Ernteteigerung durch einseitige Düngung mit phosphorsäurehaltigen Düngemitteln möglich ist und dies in allerbilligster Form durch gemahlene örtliche Phosphorite.

Die sog. ausgelaugten Schwarzerdeböden sind noch genügend reich an Stickstoff und Kali. Es mangelt ihnen aber an Phosphorsäure. Gleichzeitig sind sie so weit ungesättigt mit Basen (und besitzen auflösende Wirkung), daß sich die Phosphorite in ihnen unmittelbar, ohne Mitwirkung der Superphosphatfabrik, zersetzen.

Unter anderem bedarf man zu diesem Fortschritt in der Entwicklung der Erzeugung billiger Superphosphate oft auch noch anderer Düngemittel; z. B. mangelt es in Turkestan gleichzeitig an Phosphorsäure und Stickstoff. Die Entdeckung der reichen Kalisalzlager im Ural (1926), die Fortschritte in der Gewinnung synthetischen Stickstoffes, dessen Erzeugung bei uns 1927 begonnen hat, die neuen Wege, die niedrigprozentigen Phosphorite in höherprozentige Produkte umzuarbeiten und vor allem die von dem Gosplan vorgesehenen Maßnahmen für Verbilligung der Düngemittel und zur Organisation eines Sonderkredites für die Bauern, die die Düngemittel, die so weitgehend im Westen im Laufe der letzten 40—50 Jahre ausgenutzt worden sind, beziehen, müssen in unserer Landwirtschaft den Übergang zu den vollkommeneren Wirtschaftssystemen erleichtern.

Die größte Freiheit in der Auswahl der Kulturpflanzen zeigt sich in den Wirtschaften in der Nähe der Stadt, vor allem bei den Gärtnern, denen beliebige Mengen an Düngemitteln in Form städtischer Abfälle ((Rieselwasser) zur Verfügung stehen. Jedoch selbst in den Gemüsegärten muß man gewisse Regeln des Fruchtwechsels beachten, sonst fangen manche Kulturen an zu kränkeln, es stellen sich Pilzkrankheiten ein; z. B. befällt die Kohlhernie nicht nur den Kohl, sondern auch andere Kreuzblütler, wenn man ihren Anbau allzu oft auf demselben Platze wiederholt.

Oft wird die *freie Wirtschaft*, die in der Nähe großer Wirtschaftszentren vorkommt, als die letzte Stufe der Entwicklung bezeichnet. Sie wird durch den Anbau von Pflanzen charakterisiert, die zu gegebener Zeit auf dem Markt guten Absatz finden, und dadurch daß die erforderlichen Pflanzennährstoffe in Form von Handelsdüngemitteln bereitgestellt werden. Jedoch kann man hier schwer von einem System sprechen, wo jedes System verneint wird. Augenscheinlich handelt es sich hier um eine bedingte Freiheit in der Auswahl der Pflanzen, wobei doch gewisse allgemeingültige Gesetze beachtet werden müssen.

Man stellt sich manchmal unter der freien Wirtschaft ein Wirtschaftssystem vor, das vollkommen unabhängig von der Viehhaltung ist, weil es ausschließlich auf der Verwendung mineralischer Düngemittel fußt und keinen Stallmist gebraucht. Sogar das Arbeitsvieh wird durch Maschinen ersetzt. Jedoch erhält man die Nährstoffe am billigsten durch den Stallmist. Im übrigen enthält der Stallmist den Stickstoff, der durch den Klee und andere Leguminosen aus der Luft aufgenommen worden ist. Deswegen hat es keinen Sinn, den Stallmist zu verdrängen, sofern seine Produktion mit keinen besonderen Ausgaben verbunden ist. Es ist eine andere Sache, wenn man unfreiwillig in eine derartige Lage versetzt wird, z. B. auf armen Sandböden. Wenn es keine Futterpflanzen gibt, fehlt auch der Stallmist. Der Stallmist wird dann durch Lupinenbau zur Gründüngung ersetzt, wobei man nach Möglichkeit Kali und Phosphorsäure zugibt, jedoch liegt in diesem Ausweg nichts „Freies", weil die Auswahl der Pflanzen für Sandböden recht beschränkt ist: Lupinen, Roggen, Kartoffeln.

Auch in diesem Falle erscheint die stallmistlose Wirtschaft vorübergehend: Nach 2—3 Rotationen mit Lupinen und mineralischen Düngemitteln heben sich die Roggenernten auf Sandböden von 290—390 kg/ha auf 1500—1800 kg/ha; entsprechend vermehrt sich auch die Strohmenge, folglich auch der Stallmist. Auf einem Boden, der durch Lupinen verbessert worden ist, kann Serradella wachsen; später wird aber auch der Kleeanbau möglich. Die Lupine wird nicht mehr so unbedingt notwendig werden, weil die Wirtschaft nun über genügend Stallmist verfügen wird.

Dagegen in denjenigen Fällen, wo auf Grund der Bodenverhältnisse und der technischen Voraussetzungen eine Auswahl möglich ist, die Wirtschaft sich jedoch zu sehr dem Kriterium der größten Wirtschaftlichkeit der auserwählten Pflanze unterwirft, sehen wir die *„Freie Wirtschaft"* in eine vollkommen unsystematische *„Monokultur"* ausarten[1]. Dies heißt: Es wird ein ununterbrochener und sinnloser Anbau derselben Pflanze durchgeführt. Wenn diese Pflanze technisch verwertbar ist, sie weder Futter noch Stallmist liefert, beobachten wir einen Übergang nicht nur zu käuflichen Düngemitteln, sondern auch zu käuflichen Futtermitteln, zum Ankauf von Getreide und von Vieh für den Sommer als Anlageobjekt für Anzahlungen und zum Verkauf desselben im Herbst; mit einem Wort, es kann sich die *solide* Wirtschaft in eine *Spekulation* verwandeln, in ein Hazardspiel mit Preisen unter Einsatz der Zahlungen. Als Folge hiervon ergibt sich leicht eine Vermehrung irgendeines Schädlings und unter der Wirkung dieses unerwarteten *„Sachwalters des Fruchtwechsels"* (z. B. bei Zuckerrüben die Nematode, bei der Baumwolle der Kapselkäfer u. a. m.) kehrt man wieder zur regelrechten Fruchtfolge zurück, und die *„Freie Wirtschaft"*, die bis zur Verneinung der Freiheit, bis zur *„Monokultur"* getrieben worden ist, verschwindet wieder, indem sie ihren Platz einer *regelrecht aufgebauten Wirtschaft* überläßt.

Ein charakteristisches Beispiel für die Folgen einer „Monokultur" finden wir in Amerika, wo es üblich war, die Baumwolle auf ständigen „Plantagen" anzubauen, d. h. ohne Fruchtwechsel. Unter der Einwirkung der großen Rentabilität dieser Kultur nahm sie einen immer größeren Prozentsatz der Gesamtfläche ein. Die normale Wirtschaft fing an, in eine „freie" Wirtschaft überzugehen bis zum alleinigen Anbau von Baumwolle, folglich bis dahin, wo die Wirtschaft ihre Futtermittel und ihr Getreide verliert und wo sie Saisonarbeitsvieh anschaffen muß. Da merkte man, daß der „herrliche, sonnige Süden der Vereinigten Staaten unter der *weißen Pest der Baumwolle* leidet". Eine Änderung führte der *Kapselkäfer* herbei. Allmählich befiel er die ganze Baumwollegegend, indem er vom Westen nach Osten zog und dabei die Wirtschaften dazu zwang, die Baumwollfläche zu verkleinern, sie mit Futterpflanzen und Getreidearten abwechselnd zu bestellen und dadurch bodenständiges Vieh zu halten und bodenständigen Getreidebau zu treiben. In einem der Mittelpunkte des Baumwollbaues haben die Farmer, die durch den Kapselkäfer belehrt worden sind und die zur Fruchtfolge und zur Selbständigkeit der Wirtschaft zurückgekehrt sind, dem Kapselkäfer ein Denkmal auf einem Marktplatze errichtet, damit ihre Nachfolger die Lehre nicht vergessen, die ihnen dieser Schädling im Anfange des 19. Jahrhunderts erteilt hat[2]. Als Beispiel für diejenigen Pflanzen, die den Daueranbau besser vertragen, kann die Kartoffel dienen. Das Beispiel der Moskauer Gemüsegärtner und der Wirtschaften mit Spiritusbrennereien zeigt, daß die Kartoffel bei guter Düngung einen dauernden Anbau im Laufe einiger Jahrzehnte vertragen kann. Nur die Gemüsegärtner sind frei von Organisationsüberlegungen hinsichtlich der Düngerversorgung; in allen übrigen Fällen muß man diesen Überlegungen das nötige Opfer bringen.

Indem wir erkennen, daß uns die mineralische Düngung von einer strengen Begrenzung derjenigen Fläche befreit, die mit Körner- und technischen Pflanzen, welche durch die vorhandenen Stallmistmengen der Wirtschaft bedingt werden, bestellt werden müssen, müssen wir darauf dringen, gewisse Regeln der Fruchtfolge zu wahren im Interesse der Beständigkeit der Wirtschaft (der Sicherstellung mit Arbeitsvieh, Futter- und Nahrungsmitteln) und im Interesse der Beständigkeit der Erträge der technischen Kulturpflanzen, selbst bei intensiveren Wirtschaftsformen.

Nachdem wir mit einigen Begriffen aus den Gebieten, die mit der Betriebslehre zusammenhängen, bekannt gemacht worden sind in einem Maße, wie es zu den weiteren Erörterungen notwendig sein wird, gehen wir nun zu der Betrach-

[1] Dieser Ausdruck ist sehr ungünstig gewählt, weil seine erste Hälfte aus dem Griechischen, die zweite aus dem Lateinischen entnommen worden ist; da er aber in der Literatur existiert, so müssen wir ihn hier anwenden.

[2] Siehe Abbildung dieses Denkmals in der Z. Baumwollind. 1, H. 10, 26 (1925).

tung der einzelnen Pflanzen über. Zur Erleichterung dieser Aufgabe ist ein gewisses System erforderlich, eine *Einteilung der Kulturpflanzen*, die eine oder andere *Gruppierung* derselben, die man auf verschiedenen Merkmalen aufbauen kann. Man kann wohl kaum darüber streiten, daß Pflanzen derselben Familie, z. B. Getreidearten und Gräser, und sogar derselben Art und Gruppe, z. B. Steckrüben und Raps, ganz verschiedene Kulturmaßnahmen erfordern und zu verschiedenen Zwecken angebaut werden. Darum können wir der botanischen Einteilung nicht ohne Schwierigkeiten folgen. Mehr Beachtung verdienen die Einteilungen nach dem *Zweck des Anbaues* und nach den *Kulturmaßnahmen*. So hat Blomeyer, der Verfasser des bekannten Handbuches „Die Kultur der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen", die Kulturpflanzen *nach der Bestimmung ihrer Ernten* in 3 Gruppen eingeteilt, indem er auf den Umstand hinwies, daß die einen Pflanzen dem Menschen unmittelbar Nahrung liefern, die anderen den landwirtschaftlichen Nutztieren als Futtermittel dienen und die dritten einer weiteren technischen Verarbeitung unterzogen werden. Er teilt demnach ein: 1. in *Mehlfrüchte* — Getreidearten, Buchweizen usw., 2. in *Futterpflanzen* — Gräser und Leguminosen, Wurzelfrüchte, 3. in *Handelsgewächse* — Ölpflanzen — Färbepflanzen — Faserpflanzen usw. In dieser Einteilung sind die Gruppen sehr verschiedenartig zusammengesetzt; z. B. werden in der 2. Gruppe Futterpflanzen mit Wurzelfrüchten zusammen behandelt. Die 3. Gruppe dagegen ist noch bunter infolge der Vereinigung von Pflanzen, die nicht nur verschiedene Kulturmaßnahmen erfordern, sondern auch verschiedenen Zwecken dienen. I. A. Stebut hielt sich in seinen Vorträgen und in seinem bekannten Buche „Die Grundlagen des Ackerbaues" an ein System, „das nach Möglichkeit diejenigen Pflanzen zusammen behandelt, die in ihrem Anbau einander ähneln". Er teilt sie in 3 Gruppen ein: 1. in *Pflanzen des Brachschlages*, 2. in *Pflanzen der Feldschläge* und 3. in *Pflanzen der Wiesen und Weiden*. Die Pflanzen dieser Gruppen unterscheiden sich in den Reihenabständen, in denen sie nebeneinander angebaut werden. Die Pflanzen des Brachschlages (Rüben — Kartoffeln — Tabak usw.) verlangen am meisten Raum für die Einzelpflanze und werden daher mit den größten Reihenabständen angebaut, damit eine Bearbeitung zwischen den Reihen möglich ist; bisweilen werden sie sogar über Kreuz angebaut. Die Pflanzen der Feldschläge: Getreidearten — Faserpflanzen werden mit geringeren Reihenabständen gesät, und wenn sie manchmal eine Bodenbearbeitung während des Wachstums zulassen, so nur in einer Richtung. Die Wiesen- und Weidepflanzen endlich werden am dichtesten angebaut und lassen überhaupt keine Bearbeitung zwischen den Reihen zu. Daher verringert sich die Bearbeitungsmöglichkeit zwischen den Reihen in dem Maße, wie die Entfernung zwischen den einzelnen Pflanzreihen abnimmt. Die Pflanzen unterscheiden sich ferner in ihrer Fähigkeit, die Nährstoffe aus dem Boden aufzunehmen. Man nimmt an, daß die Pflanzen des Brachschlages sich am wenigsten die Bodennährstoffe aneignen können und deshalb aufgeschlossener leichtlöslicher Düngemittel bedürfen. Die größte Fähigkeit in dieser Hinsicht besitzen die Pflanzen des Wiesenschlages. Daher erhalten die Futterpflanzen gewöhnlich keine unmittelbare Stallmistdüngung. Die Pflanzen der Feldschläge nehmen eine Mittelstellung ein.

Bei der Aufstellung einer solchen allgemeinen Charakteristik spielte augenscheinlich das Verhältnis dieser 3 Gruppen zum Stickstoff die Hauptrolle.

Es besteht auch insofern ein Unterschied, wieweit der Boden durch die Pflanzen ausgetrocknet wird. Das meiste Wasser verdunsten die Futterpflanzen, weil sie am dichtesten stehen und über die größte Blattoberfläche verfügen. Die Pflanzen des Brachschlages, die in weiteren Abständen voneinander gepflanzt werden, verdunsten in weit geringerem Maße Wasser. Die Pflanzen der Feld-

schläge stehen auch in dieser Hinsicht wieder in der Mitte. Endlich unterscheiden sich diese 3 Pflanzengruppen auch in der Menge der Pflanzenreste, die sie nach ihrer Ernte im Boden zurücklassen. Die Reihenfolge der Pflanzengruppen ist hier genau so wie eben besprochen.

Eine gewisse Schwierigkeit, diese Einteilung restlos durchzuführen, besteht darin, daß Pflanzen, die an sich näher miteinander verwandt sind, in verschiedenen Gruppen untergebracht werden müssen. Z. B. werden die Ölpflanzen bereits teilweise bei der Behandlung der Feldschläge besprochen, teilweise gehören sie zum Brachschlag. Manchmal muß auch eine Pflanze je nach der Art ihrer Bestellung einmal bei der Behandlung des Brachschlages, das andere Mal bei der Behandlung der Ackerschläge untergebracht werden. Eine ideale Lösung können wir hier nicht suchen, um so mehr, weil die praktische Betrachtung der einzelnen Gruppen in jeder beliebigen Ordnung möglich ist, wenn der Leser die allgemeinen Grundlagen des Ackerbaues kennt.

Wir wollen uns an ein System halten, daß demjenigen von Stebut nahe verwandt ist, das aber beide angedeuteten Merkmale zu vereinigen sucht: *Den Zweck des Anbaues und die Methode der Kulturmaßnahmen.* Wir wollen die landwirtschaftlichen Nutzpflanzen in 4 Gruppen einteilen, indem wir sie nach der zunehmenden Dichte ihres Standortes auf dem Felde einteilen, und zwar in:

I. Gruppe: *Knollen- und Wurzelfrüchte*
(Pflanzen des Brachschlages).

II. Gruppe: *Körner — Pflanzen*
(nach der Art ihrer Kultur den Pflanzen des Feldschlages zugehörig).

a) stärkereiche Körner — Getreidearten,

b) eiweißreiche Körner — Leguminosen,

c) ölhaltige Körner — Ölfrüchte.

III. Gruppe: *Faserpflanzen*
(größtenteils sind es Pflanzen der Feldkultur, die dichter bestellt werden).

IV. Gruppe: *Futterpflanzen*
(Pflanzen der Wiesen und Weiden nach Stebut).

Außerdem werden im Anhang einige Kulturpflanzen der intensiveren, der Hofnähe vorbehaltenen Ländereien betrachtet, wie z. B. Tabak und Hopfen.

I. Gruppe.

Knollen- und Wurzelfrüchte.

I. Knollenfrüchte.

a) Die Kartoffel.

Wurzelfrüchte und Kartoffeln auf dem Felde zu bauen, bedeutet dasselbe, wie drei Halme dort zu ernten, wo früher nur einer wuchs.

1. Die Bedeutung der Kartoffel.

Diejenigen Pflanzen, welche wasserhaltige unterirdische Organe liefern (Wurzeln und Knollen), die reich an Kohlenhydraten sind, gehören nach der Art ihres Anbaues zu den *Hackfrüchten*. Sie erscheinen als die Hauptgruppe unter den Pflanzen des Brachschlages, einer Kultur, die in den Verhältnissen Westeuropas die Brache verdrängt hat.

Die *Kartoffel* erscheint in unserer Zeit als die *wichtigste Pflanze der Hackfrüchte*. Sie nimmt bei uns rund 4% der gesamten bebauten Fläche ein, während diejenige Fläche, die mit Wurzelfrüchten bestellt wird, kaum 1% erreicht. Jedoch muß die nächstliegende Aufgabe unserer Feldwirtschaft die weitere Ausdehnung der Kartoffelanbaufläche sein, weil durch das Maß, in welchem der Kartoffelbau und der Knollenfruchtbau von den Gemüsegärten ins Feld übertragen wird, die Gesamtkultur und die Höhe der Erträge eines Landes bestimmt wird. So zieht die Verdrängung des Roggen- und Haferanbaues durch die Kartoffel folgende Ergebnisse nach sich:

1. liefert die Fläche, die mit Kartoffeln bestellt wird, bei sonst gleichen Bedingungen 2,8—2,9 mal soviel Trockensubstanz (darunter auch verdauliche) als die Getreidearten. Wenn man mittlere bäuerliche Ernten von 750 kg/ha Roggen und 7500 kg/ha Kartoffeln annimmt, so erhält man in der Körnerernte des Roggens 590 kg/ha Trockensubstanz, in den Kartoffelknollen dagegen 1870 kg/ha. Nimmt man höhere Erträge an, z. B. 3000 kg/ha Roggen und 30000 kg/ha Kartoffeln, so erhält man dementsprechend 2525 kg/ha und 7450 kg/ha Trockensubstanz. Dieses Übergewicht wird in erster Linie durch die Stärkeablagerung in den Knollen hervorgerufen. So wird in letzterem Fall der Roggen, der 65% Stärke enthält, 1950 kg, die Kartoffel dagegen, bei 20% Stärke in der Rohmasse, rund 6000 kg Stärke vom Hektar liefern, d. h. dreimal soviel. Außerdem müssen wir berücksichtigen, daß wir in den 2 Jahren, die der Roggen zur Produktion einer Ernte verlangt (Brache — Roggen), 2 Kartoffelernten erhalten können. In diesem Fall wird der Ersatz eines Teiles der Roggenanbaufläche durch die Kartoffel 5- bis 6mal soviel Kalorien ergeben, als wenn dieser Teil nach der Brache mit Roggen bestellt würde.

In der Praxis verfährt man natürlich anders. Man führt die Kartoffel in die Fruchtfolge ein. Es ist nicht schwer auszurechnen, daß die Verdrängung der Dreifelderwirtschaft (Brache — Roggen — Hafer) durch die Vierfelderwirtschaft:

Brache — Roggen — Kartoffeln — Hafer, die Ertragsfähigkeit der ganzen Fläche verdoppelt, wenn man dieselbe auf Trockensubstanz oder auf Kalorien, was in diesem Fall fast gleiche Zahlen ergibt, bezieht.

Hierbei ist angenommen worden, daß eine Haferernte nach Kartoffeln nur 150 kg höher sein wird als nach Winterung; in Wirklichkeit kann man eine größere Steigerung erwarten.

Nehmen wir an, daß wir es mit einem Feldstück von 4 ha zu tun haben, dann wird sich die Ertragsfähigkeit dieser Fläche durch die Einführung des Kartoffelbaues folgendermaßen ändern:

	Beim gegenwärtigen Stande						Bei der verbesserten Kultur		
	Dreifelderwirtschaft			Vierfelderwirtschaft					
	Fläche ha	Ernte kg	Trockensubstanz kg	Fläche ha	Ernte kg	Trockensubstanz kg	Fläche ha	Ernte kg	Trockensubstanz kg
Brache . . .	1,3	—	—	1	—	—	—	—	—
Roggen . . .	1,3	900	880	1	750	615	1	1760	1550
Kartoffeln . .	—	—	—	1	7500	1870	1	16200	3800
Hafer	1,3	815	704	1	750	660	1	13950	1230
Insgesamt Trockensubstanz in Knollen und Körnern			1584	—	—	3145	—	—	6580

Hier sind tatsächliche Werte angegeben: nämlich die Ernteerträge einer Gruppe fortschrittlicher Wirtschaften im Gouvernement Charkow vor dem Kriege. Wenn man die Zahlen der Farm der Landwirtschaftlichen Akademie in Moskau und des Versuchsfeldes nimmt, so erhält man eine 6—9fache Produktionssteigerung. Diese Ertragszahlen kann man jedoch nicht unmittelbar in die Berechnung für die genannte Vierfelderwirtschaft einsetzen; wegen der auf den Futterbau, der den Stallmist liefert, entfallenden Fläche muß hier eine Korrektur vorgenommen werden.

Weil die Kartoffelernten bei entsprechender Düngung im Vergleich zum gegenwärtigen Stand verdoppelt werden können (wir haben allen Grund, gerade diejenigen Kulturpflanzen zu düngen, die für ihre Ernte und Pflege am meisten Arbeit benötigen), so ergibt sich von selbst, daß wir in der *Ausdehnung des Kartoffelbaues* nicht nur ein Mittel zur schnellen Hebung der Ertragshöhe der Feldwirtschaft bei der gegenwärtigen Technik der Landwirtschaft haben, sondern daß wir auch damit rechnen können, diese Möglichkeit nach der Vervollkommnung der Technik noch zu steigern. Wir müssen jedoch bemerken, daß wir bei einer Erhöhung der Gesamternte an verdaulicher Trockensubstanz die Erträge an Eiweiß und Kohlehydraten nicht in gleichem Maße erhöhen, weil in den Kartoffeln das Verhältnis von Eiweiß und Kohlehydraten wie 1:10 liegt, bei den Getreidearten dagegen wie 1:6, so daß die Kartoffel, während sie einen 3fachen Trockensubstanzertrag liefert, nur knapp das Doppelte an stickstoffhaltigen Substanzen vom Hektar bringt (800 kg Roggenkörner = 88 kg N-haltige Substanzen; 8000 kg Kartoffeln = 160 kg N-haltige Substanzen).

In der Zusammensetzung der stickstoffhaltigen Substanzen der Kartoffel spielen außerdem die Amidoverbindungen eine große Rolle. Infolgedessen kann man hinsichtlich des Eiweißes im engeren Sinne sagen, daß eine Kartoffelernte, absolut genommen, nicht weniger Eiweiß enthält als eine Roggenernte (prozentual dagegen ist die Kartoffel natürlich viel eiweißärmer als der Roggen).

Deswegen ist es nützlich, mit der Ausdehnung der Fläche der Speisekartoffeln auch die Fläche der Leguminosen zur Körnergewinnung, die zweimal soviel Eiweiß enthalten als die Getreidekörner, zu vergrößern, ebenfalls die Anbaufläche des Klees, der die für die Nahrung zur Verfügung stehende Menge an tierischem Eiweiß steigert.

Wir müssen weiter bemerken, daß die Ablösung eines Teiles der Fläche mit der Folge: Brache — Roggen durch die Folge: Kartoffeln — Erbsen von

derselben Fläche bei dem gleichen Verhältnis zwischen stickstoffhaltigen Substanzen und Kohlehydraten eine beinahe *vierfache* Menge an Trockensubstanz ergibt.

Von den rationellen Maßnahmen für die Zubereitung des Brotes durch Beimengung von Kartoffelmehl und Mehl aus Hülsenfrüchten wird weiter unten die Rede sein.

2. Außer der unmittelbaren Bedeutung übt die Kartoffelkultur einen *günstigen Einfluß auf die absolute Höhe der Erträge* der nachfolgenden Pflanzen aus. Die Bearbeitung des Bodens auf größere Tiefe und die Lockerung zwischen den Reihen trägt zur allgemeinen Lockerung des Bodens und zur Unkrautvertilgung bei. Der Boden wird bei der Kartoffelernte noch einmal gelockert, wodurch die Herbstfurche für eine nachfolgende Sommerung gespart wird. Weil die Kartoffel außerdem jede Düngung gut lohnt, sie aber nicht völlig ausnutzt, hinterläßt sie das Feld nicht nur vom physikalischen Standpunkt aus in einem für die wertvollen Getreidearten gut vorbereiteten Zustande; ihre Einführung in die Fruchtfolge zieht außerdem eine Steigerung der Erträge nach sich.

Deswegen wird in Deutschland, wo man die Brache beseitigte und die Getreideerträge zu einer Höhe gesteigert worden sind, die das Doppelte unserer Ernten ausmacht, und wo ferner die Kartoffelanbaufläche viermal so groß ist als bei uns (16 % gegenüber 4 % der gesamten bebauten Fläche), folgende Forderung aufgestellt: *Wir wollen den Kartoffelbau auf Kosten des Getreidebaues erweitern, weil dadurch die Gesamtgetreideernte im Lande nicht verringert wird*[1]. Deswegen kann bei uns, wo in den Gebieten außerhalb der Schwarzerde 85 % der gesamten Bodenfläche noch nicht kultiviert sind, um so weniger die Rede davon sein, daß die Ausdehnung des Kartoffelbaues die Gesamtgetreideernte verringern könnte. Unsere wichtigste Aufgabe müssen wir vielmehr darin suchen, mit Hilfe der Einführung des Hackfruchtbaues und der Düngung, die Getreideernten zu steigern. Dann wird die Kartoffelernte nicht auf Kosten, sondern als Ergänzung zur Ertragsteigerung des Getreidebaues ebenfalls wachsen. Von anderen Maßnahmen, wie Erhöhung der Stickstoffsammlung durch Einführung von „Zwischenkulturen" anderer Leguminosen, außer Klee, wird in den entsprechenden Kapiteln die Rede sein.

3. Ferner gestattet der Kartoffelbau, die Brachfläche zu verringern.

So wird in Deutschland, wo die Kartoffeln eine Anbaufläche von 16% und die Wurzelfrüchte eine solche von 8% einnehmen, fast gänzlich ohne Brache gewirtschaftet. Die Brache nimmt nur noch 2% der gesamten Ackerfläche ein, gegen 33%, die sie noch vor 125 Jahren innehatte. Wenn es auch unsere klimatischen Verhältnisse in geringerem Maße erlauben, die Winterung erst nach der Ernte der anderen Pflanzen zu bestellen, als es im Westen der Fall ist, so gestattet doch die Einführung der Kartoffel in die Fruchtfolge, die Brachefläche zu verringern und weniger sparsam in ihrer Besommerung mit Wickfutter zu sein. Zudem wird der geringe Ausfall im Roggenertrag, der sich im Vergleich mit den Frühbrachen, nicht aber mit den Spätbrachen, ergibt, reichlich durch die erhöhte Kartoffelproduktion aufgehoben. Außerdem kann die Einführung der Kartoffel im Norden mit einer Ausbreitung der Sommerung, die Ernährungszwecken dienen soll, verbunden werden; z. B. drängt sich im Kreise Schenkursk folgende Vierfelderwirtschaft auf: Wickhafer — Roggen — Kartoffeln — Gerste. Dagegen kann auf kleineren Wirtschaften eine intensive Zweifelderwirtschaft Bedeutung erlangen: Kartoffeln — Gerste.

4. Wie der Anbau der Wurzelfrüchte, so erscheint auch der Kartoffelbau als eine *Versicherung gegen Mißernten*, weil er die gesamte Kultur vielseitiger gestaltet. Gerade unsere Feldkultur ist zu einförmig; in ihr herrschen zu sehr die Getreidearten vor ($^9/_{10}$ der Fläche). Deswegen können Dürre, Schädlinge, schlechte Überwinterungsverhältnisse zu gewissen Zeiten die gleichen verderb-

[1] Siehe den Artikel von Störmer in: Arbeitsziele der Landwirtschaft nach dem Kriege. Berlin 1918.

lichen Folgen auf riesigen Flächen nach sich ziehen. Die Einführung der Kartoffel erscheint als ein Mittel, die Vielseitigkeit des Anbaues landwirtschaftlicher Kulturpflanzen zu steigern und damit das Risiko verschiedener ungünstiger Wirkungen einzuschränken. So können die Juliregenmengen die Getreidearten, die bis dahin unter der Dürre gelitten haben, nicht mehr retten, dagegen von der Kartoffel noch gut ausgenutzt werden. Unter tierischen Schädlingen leidet die Kartoffel überhaupt wenig. Diejenigen pflanzlichen Schädlinge, die für die Kartoffel gefährlich werden können, sind aber ganz andere als diejenigen des Getreides.

5. Das einseitige Vorherrschen des Getreidebaues hat auch noch andere ungünstige Eigenschaften zur Folge, und zwar für die Arbeitsverteilung. Es ruft eine übermäßige Arbeitsanhäufung zu einer bestimmten Zeit hervor, während die Zwischenzeiten keine günstigen Arbeitsmöglichkeiten bieten. Diejenigen Arbeiten, die für den Kartoffelbau ausgeführt werden müssen, sind vorzugsweise in diesen Zwischenzeiten zu erledigen, wodurch eine *gleichmäßigere Arbeitsverteilung* erreicht wird. So erfolgt das Pflanzen der Kartoffeln nach der Aussaat des Getreides, die Pflege der Kartoffeln findet vor der Getreideernte statt, die Kartoffelernte selbst fällt in den September; auch die Arbeit in den Fabriken, welche Kartoffeln verarbeiten, fällt in eine noch spätere Herbstzeit und sogar in die Wintermonate.

Weil der Kartoffelbau *sehr viel Arbeit* verlangt, ist beinahe die doppelte Menge an Arbeitskräften und Gespanntagen wie bei den Getreidearten erforderlich. Daher erscheint die Entwicklung dieser Kultur bis zu einem gewissen Grade als eine Funktion der Bevölkerungsdichte nicht nur in Verbindung mit der Steigerung des Nahrungsmittelbedarfes, sondern auch in Übereinstimmung mit den vorhandenen Arbeitskräften. So bestehen in Deutschland folgende Verhältnisse zwischen Besitzgröße und Kartoffelfläche:

Gesamtfläche größer als	0,5 ha	0,5—2 ha	2—5,5 ha	5,5—22 ha	22—109 ha
% der Kartoffelfläche	67	34	19	12	8

d. h. je kleiner der Besitz ist, desto intensiver wird er durch Kartoffelbau genutzt.

6. Der Kartoffelbau übt außer auf die Hebung der gesamten Feldwirtschaft auch eine *günstige Wirkung auf die Viehhaltung* aus. Er liefert ein gutes Futter zur Schweinemast, ein milchtreibendes Futter, das viel reicher an Trockensubstanz ist als Rüben. Die getrocknete Kartoffel dagegen kann einen Teil des Futtermais, der Gerste und des Hafers bei der Ernährung sämtlicher Tierarten ersetzen.

Infolgedessen erscheint der Kartoffelbau und die entwickelte Schweinehaltung als eine *gute Versicherung gegen Hungersnot*, als eine große Reserve an Nahrungsmitteln für die Bevölkerung in den Jahren einer Getreidemißernte oder für den Fall, daß die Einfuhr von Getreide in solchen Gebieten, die sonst regelmäßig Getreide einführen, unterbleibt.

So wird in Deutschland die Schweinemast hauptsächlich mit Kartoffeln durchgeführt. Vor dem Kriege konnte Deutschland, trotz des großen Speisekartoffelverbrauches, eine noch größere Menge, als von der Bevölkerung verbraucht wurde, an das Vieh verfüttern. Als während des Krieges die Einfuhr von Weizen, Mais, Gerste und Ölkuchen aus dem Auslande eingestellt wurde und sich die Ernährungsbedingungen verschlechterten, besaß Deutschland einen riesigen Nährstoffvorrat in der Kartoffel. Man brauchte nur eine Zeitlang die Schweinemast einzustellen, um die Kartoffelmengen, die den Menschen als Nahrungsmittel zur Verfügung gestellt werden konnten, zu verdoppeln. Dadurch wurde natürlich in Deutschland die verfügbare Menge an Schweinespeck geringer. Weil man jedoch nicht weniger als 9 Gewichtseinheiten an Kartoffeln verfüttern muß, um 1 Gewichts-

teil Schweinefleisch zu erhalten, so scheint der Gewinn an Nahrungsmengen ein sehr beträchtlicher zu sein.

Wenn vor dem Kriege Kartoffeln an Schweine und an Rindvieh verfüttert wurden, so hat der Krieg gelehrt, auch an Pferde Kartoffeln zu verfüttern. Man kam in Deutschland zu dem Ergebnis, daß man ein Arbeitspferd auf der Höhe seiner Arbeitsleistung dadurch gut erhalten kann, daß man ihm, außer Heu, 12—16 kg Kartoffeln verabreicht[1]. Da man, um 16 kg Kartoffeln zu erhalten, nur eine 2—3mal so kleine Fläche braucht als diejenige, um 5—6 kg Hafer zu ernten, welcher früher die Kartoffel vertrat, so machte dieser Ersatz einen Teil der Haferfläche für den Roggen- und Weizenbau frei.

7. Die Kartoffel dient als wertvolles Ausgangsmaterial für technische Zwecke (Stärke, Glukosesirup und Spiritus). Sie erscheint als eine Pflanze, die es erlaubt, bei einer richtigen Betriebsorganisation nur solche Stoffe auszuführen, die keine Asche und keinen Stickstoff enthalten, dagegen *dem Boden alles wieder zurückzuführen, was ihm entnommen worden ist* unter der Voraussetzung, daß die Schlempe und Pülpe an das Nutzvieh verfüttert wird und die bei der Stärkefabrikation anfallenden Abwässer zur Berieselung der Wiesen Verwendung finden. Die Tierhaltung gewinnt bei der Verfütterung der Abfälle nicht nur durch diese Verfütterung, sondern auch dadurch, daß es oft wirtschaftlich gerechtfertigt erscheint, die weniger wertvollen kleinen Knollen zu verfüttern.

Wenn die Kartoffel eine Reihe derartiger Vorzüge besitzt, erscheint ihre Kultur für die Bevölkerung eher durchführbar, weil sie keine derartige Übung in der Pflege der jungen Pflanzen und nicht das Inventar verlangt, was zu einer erfolgreichen Bestellung der Wurzelfrüchte erforderlich ist und weil sie ferner nicht die gleiche Fruchtbarkeit und Bodenbearbeitung verlangt; auch sind ihre Ansprüche an die Tiefe der Pflugarbeit geringer. *Die Bedeutung der Kartoffel für die menschliche Ernährung ist größer als diejenige der Wurzelfrüchte.* Als Industriepflanze ist die Kartoffel für das Gebiet der Waldböden, vor allem für die Gebiete mit Sandböden, unersetzlich, weil sie weit geringere Ansprüche an den Boden und an das Klima stellt und daher weiter nach Norden vordringt als z. B. die Zuckerrübe, der Hauptvertreter der industriell verwertbaren Wurzelfrüchte.

2. Herkunft und Verbreitung der Kartoffel.

Die *Kartoffel* (Solanum tuberosum) ist botanisch mit mancher anderen Kulturpflanze aus der Familie der Solanaceen verwandt. Einige von ihnen haben eine gewisse Bedeutung als *Nutzpflanze* erlangt, wenngleich auch eine ganz andere als die Kartoffel, z. B. Tabak, Tomaten. Andere dagegen treten als *Unkräuter* auf, z. B. Solanum nigrum und andere Arten. Wieder andere aus dieser formenreichen Familie besitzen derart viel Alkaloide, daß sie in den Verzeichnissen der *Heil- und Giftpflanzen* zahlreich vertreten sind, z. B. Atropa, Datura, Hyoscyamus.

Als Heimat der Kartoffel wird Südamerika angegeben, wo verschiedene knollenbildende Solanumarten in beträchtlicher Höhe über dem Meeresspiegel wildwachsend anzutreffen sind (in den Zentral-Anden, Peru, Bolivien, Nordchile).

Solanum tuberosum dagegen wird bei den Eingeborenen nur im Kulturzustand als vielförmiges Sortengemisch angetroffen.

Es ist eine mehrjährige Pflanze mit sehr kleinen länglichen oder runden Knollen. Im gemäßigten Klima ist die Kartoffel 1jährig, weil ihre Knollen keinen Frost vertragen zum Unterschied von den Knollen der Erdbirne (Helianthus tuberosus). Von den Europäern waren die Spanier die ersten, die die Kartoffel kennenlernten (Pizarro 1533)[2].

[1] Störmer: Kartoffelbau. 1918.

[2] Siehe Arthur Gilbert: The Potato. New York 1917.

Einer der ersten Hinweise auf die Kartoffel findet sich bei Pedro-Cieca de Leon (1550). Er teilt mit, daß die Kartoffel (zusammen mit Gerste) von den Indianern in den Bergen auf schlecht bewässerten Feldern, wo der Mais nicht mehr gedeiht, gebaut wird. Sie wird nach der Ernte in der Sonne getrocknet, in diesem Zustand aufbewahrt und schließlich entweder zur Mehlherstellung und zur Brotbereitung verwendet (mit Getreidemehl zusammen) oder vor dem Verbrauch zur Nahrung gekocht. Dabei wurde die Kartoffel dort nicht nur durch Knollen vermehrt. Es fand auch eine Aussaat der Samen statt, worauf auch die Vielförmigkeit der Indianerkartoffel zurückzuführen ist[1].

Die Frage der *Einführung der Kartoffel in Europa* ist noch nicht endgültig gelöst. Es ist bekannt, daß sie im Jahre 1565 nach Irland gebracht worden ist; jedoch kann sie schon früher in Spanien gewesen sein. Im Jahre 1588 wurde die Kartoffel dem Direktor des Botanischen Gartens in Wien zugesandt. Das Wort „Kartoffel" scheint das umgeänderte „*Tartuffoli*" zu sein, wie die Italiener die Kartoffel infolge ihrer Ähnlichkeit mit Trüffeln nannten. Das gibt zu der Meinung Anlaß, daß man in Italien die Kartoffel früher kannte als in Deutschland, vielleicht als auch in Frankreich. Bei Olivier de Serres (1600) finden wir eine Bemerkung, daß die „*Cartoufle*" nach Frankreich aus der Schweiz gekommen ist, also aus einem Lande, das mit Italien benachbart ist. Man neigt dazu, die erste Kartoffelsendung von Rotterdam nach Rußland Peter dem Grossen zuzuschreiben. Jedoch sind keine Nachrichten über das Schicksal dieses ersten Kartoffelsackes erhalten geblieben. Es ist bekannt, daß unter Anna Iwanowna die Kartoffel schon keine Seltenheit mehr war und sogar schon ihre Verbreitung in den Gemüsegärten um Petersburg herum begann. Unter Katharina II. erhielten die Gouverneure sämtlicher Gouvernements einen Erlaß nebst einer Instruktion „betreffend den Anbau und die Verwendung der Erdäpfel, die in andern Gegenden ‚Tartuffel' oder ‚Kartuffel' heißen". Diese Maßnahme diente natürlich bis zu einem gewissen Grade zur Erweiterung der Bekanntschaft mit dieser Pflanze. Jedoch war der Anbau der Kartoffel auf die Gemüsegärten der Gutsbesitzer beschränkt. Es scheint, daß nur im Gouvernement Nowgorod, abgesehen von den Gegenden um die Hauptstädte, die Kartoffel auch schon in den 80er Jahren des 18. Jahrhunderts von den Bauern in allenfalls nennenswertem Umfange angebaut wurde. Die Verbreitung der Kartoffel machte bis zu den 40er Jahren des 19. Jahrhunderts sehr langsame Fortschritte, bis die Getreidemißernten dazu zwangen, der Kartoffel eine größere Aufmerksamkeit zuzuwenden und bis systematischere Maßnahmen zur Einführung dieser Kultur getroffen wurden. Es ist bekannt, daß die Kartoffel von der Bevölkerung nur sehr unfreundlich aufgenommen wurde. Oft mußte man zu Zwangsmaßnahmen greifen, wobei es sogar zu „*Kartoffelaufständen*" infolge dieses Zwanges zum Anbau des „*Teufelsapfels*" kam, z. B. im Gouvernement Perm im Jahre 1842. Aber nicht nur in Rußland kamen solche Aufstände vor. Auch Friedrich der Grosse mußte mehrmals Dragoner nach Ostpreußen aus demselben Grunde schicken. Man muß annehmen, daß diese ungünstige Einstellung zur Kartoffel nicht nur durch Vorurteile bedingt wurde, sondern auch durch den Umstand, daß die nach Europa eingeführte Kartoffel der heutigen nicht ganz gleichwertig war. Sie unterschied sich durch stärkeres Kartoffelkraut und durch kleinere bittere Knollen. Bei dem wenig zweckmäßigen Anbau der damaligen Zeit wurde die Kartoffel dicht gepflanzt. Die Pflanzen beschatteten einander und gaben daher noch kleinere und noch weniger schmackhafte Knollen. So schrieb Florinus, der Verfasser des bekannten Werkes „Oeconomus prudens et legalis", im Jahre 1722, daß man die Kartoffel auf fettem Gartenboden mit 9 cm Entfernung zwischen den einzelnen Pflanzen setzen soll und die sich reckenden hohen Ausläufer an einen Stiel anbinden müßte und ähnliches mehr.

[1] Siehe Arthur Gilbert: The Potato. New York 1917.

Nach WATSON war die Kartoffel jener Zeit klein und gelb; sie hieß „Nierenkartoffel". Sie glich sehr der Kartoffel, die von den Wilden in ihrer Heimat in Peru angebaut wurde. Erst im Jahre 1770 gelangte die Kartoffel unter dem Namen „Bilboa" nach „Neuengland" (Vereinigte Staaten). Diese Kartoffelart ähnelte mehr den bei uns bekannten angebauten Sorten[1].

Wie dem auch sein mag, man muß für die 40er Jahre des verflossenen Jahrhunderts eine Zunahme des Kartoffelbaues im europäischen Rußland feststellen. In den 50er Jahren ging diese Entwicklung infolge der starken Verbreitung der Kartoffelkrankheit (der Phytophthora) erheblich zurück. Hauptsächlich erst in den letzten 25 Jahren des verflossenen Jahrhunderts erreichte die Kartoffel die Bedeutung einer wichtigen Pflanze des Ackerbaues.

Im Laufe der 150 Jahre, die seit dem oben erwähnten Befehl über die Verbreitung des Kartoffelbaues verflossen sind (1765), erreichte die Kartoffelfläche beinahe 4% der gesamten bebauten Fläche im europäischen Rußland, somit das 6fache der Fläche, die von der Zuckerrübe, der wichtigsten Wurzelfrucht, eingenommen wird. Der Gang der Entwicklung des Kartoffelbaues läßt sich ungefähr an folgenden Zahlen ermessen:

1840	1865	1881	1900	1913
437 016	655 524	1 529 555	2 731 350	4 042 398 ha

Dagegen erscheint ein Vergleich mit den westeuropäischen Ländern, sowohl in den prozentualen Anteilen der Kartoffelfläche als auch in den Ernteerträgen für uns sehr ungünstig. So müssen wir für das Jahr 1910 folgende Zahlen feststellen:

	Anbaufläche %	Kartoffelernte dz/ha		Anbaufläche %	Kartoffelernte dz/ha
Holland	25,4	175	Frankreich	9,8	88
Deutschland . . .	16,6	133	Ungarn	5,2	74
England	11,2	134	Europäisches Rußland	3,9	62
Österreich	10,3	101			

Mithin bebauten wir mit Kartoffeln einen 4mal geringeren Anteil von der Gesamtfläche als Deutschland und unsere Flächenerträge waren nur halb so hoch wie diejenigen Deutschlands und geringer als bei sämtlichen Nachbarn im Westen.

Nach der *absoluten Kartoffelernte* allerdings nahm Rußland eine günstigere Stellung ein, und zwar stand es an *zweiter Stelle* (24556000 t). Die erste Stelle nimmt Deutschland mit 53190120 t ein. Nach der *absoluten Anbaufläche* hatte Rußland sogar die erste Stelle inne (3792210 ha gegenüber 3354000 ha in Deutschland)[2]. Dies besagt aber nur, daß wir infolge unserer niedrigen Ernteerträge das Doppelte an Arbeit und Saatgut anwendeten, als nötig war, um die Kartoffelernte zu erreichen, die wir jetzt haben.

Mit der Veränderung der westlichen Grenze ist unsere Kartoffelfläche nicht nur absolut gesunken, sondern auch prozentual (bis 3,1% für ganz Rußland), weil die westlichen Gegenden einen höheren Prozentsatz an Kartoffelfläche aufwiesen als das Zentrum und vor allem als der Osten.

In den einzelnen Gouvernements ist der Kartoffelbau natürlich nicht in gleichem Maße verbreitet: So nimmt der Kartoffelbau im Zentralindustriegebiet 10% der Fläche ein, in einzelnen Kreisen des Gouvernements Moskau und im Kreise Rostow des Gouvernements Jaroslawl rund 30%. In den letzten Jahren macht sich eine bedeutende Ausdehnung des Kartoffelbaues (z. B. im Gouvernement Smolensk) bemerkbar (teils auf Kosten des Flachsbaues).

[1] Siehe LORCH: Verbesserung der Kartoffel.

[2] 1913 betrug die Kartoffelfläche in Rußland mit Polen 4661751 ha.

Besonders deutlich tritt die unzureichende Kartoffelproduktion bei der Umrechnung auf den Kopf hervor. Rußland erzeugt jährlich nur rund 2 Ztr., Deutschland dagegen 6 bis 7 Ztr. jährlich je Kopf.

Bei der Bewegung des Kartoffelbaues von Westen nach Osten hat diese Welle Rußland allerdings erst 150 Jahre später erreicht als z. B. England. Daraus folgt aber nicht, daß wir uns mit den niedrigen Kartoffelerträgen, die im Westen schon lange der Vergangenheit angehören, zufrieden geben sollen, weil wir jetzt in den Besitz solcher Kenntnisse über den Anbau (besonders der Düngung) und solcher Mittel zu ihrer Verbreitung gelangt sind, die in früheren Zeiten unseren westlichen Nachbarn nicht zur Verfügung standen. Die Klima- und Bodenverhältnisse bilden für uns durchaus kein Hindernis für eine schnelle Hebung der Kartoffelerträge, wie der Versuch einzelner Wirtschaften zeigt; z. B. hatte die Farm der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje in den 5 Jahren von 1912 bis 1917 eine *mittlere* Kartoffelernte von 236 dz/ha, d. h. mehr als 3 mal soviel als die Durchschnittsernte in ganz Rußland.

3. Morphologie und chemische Zusammensetzung der Kartoffel.

Wir wollen jetzt die morphologischen Merkmale der Kartoffel, den Bau der Knolle und den Entwicklungsgang von der Keimung der Mutterknolle bis zur Reife der neuen Knolle näher betrachten.

Der *Stengel* der Kartoffelpflanze, die zahlreiche gleichartige Wurzelstränge besitzt, bildet an seinen unterirdichen Teilen Knollen aus, in seinen oberirdischen Teilen dagegen unpaarig gefiederte Blätter. Diese *Blätter* sind unterbrochen gefiedert, weil sich größere Blätter (3—5 Paare) mit kleineren Blättern, die zwischen den größeren sitzen, abwechseln. Das Endblatt ist das größte. Der Stengel und die Blätter sind mehr oder weniger mit kleinen Härchen besetzt. Die Entwicklung dieser Härchen wird mit der Fähigkeit der Pflanze, sich gegen Pilzbefall zu wehren, in Verbindung gebracht. Die *Kartoffelblüten* sind regelmäßig fünfteilig, mit einem Kelch, der nachher an der Frucht haften bleibt, mit einer fünfzipfligen flach trichterförmigen Blütenkrone, doppelt so groß als der Kelch, mit 5 Staubgefäßen am Griffel, wobei die Staubbeutel kegelförmig eng zusammen liegen. Die Blütenblätter sind je nach der Sorte verschieden gefärbt: weiß, rosa, violett, mit einem Übergang zu blau und rot. Die Narbe steht frei hervor. Die *Frucht* ist eine kugelförmige Beere von grüner Farbe, die mit zunehmender Reife heller wird und mitunter eine violette Schattierung annimmt. Die *Beere* enthält zahlreiche flache, eiweißreiche Samen, die einen gebogenen Embryo zeigen. Der Fruchtansatz ist bei den verschiedenen Sorten nicht gleichmäßig; bei einigen Sorten fallen gewöhnlich sogar die noch unentwickelten Blüten ab. Die *Knollen* stellen für uns das wichtigste Produkt dar; deswegen wird überhaupt Kartoffelbau getrieben. Gleichzeitig benutzen wir sie auch als Pflanzgut.

Die *Kartoffelknolle* stellt eine unterirdische Stengelbildung dar, und zwar einen fleischigen, verdickten Zweig, oder besser gesagt, das verdickte Ende eines unterirdischen Ausläufers. An der Knolle unterscheidet man einen oberen Teil, den jüngsten, der auch wie jede Endbildung eines Stengels die oberste Knospe trägt, und einen unteren Teil, der älter ist und gewöhnlich noch die Spuren der Verbindung mit dem Stolo (Nabel) zeigt, durch welchen die Knolle mit dem Stengel der Mutterknolle verbunden war und von ihr die Nahrung erhielt.

An der Oberfläche der Knolle befinden sich die *Augen*, die von unausgebildeten schuppenartigen Blättern oder ihren Resten gebildet werden und die in den Achseln der letzteren als Knospen sitzen. Drei Knospen sind gewöhnlich vorhanden. Sie sitzen in Vertiefungen, die an der unteren Seite durch die Blatt-

narbe begrenzt werden. Die Rückbildung der Blätter auf den Knollen erlangt bei den verschiedenen Sorten einen verschiedenen Grad. Während man bei einigen Sorten von unausgebildeten schuppenartigen Blättern sprechen kann (so z. B. bei der „Spargelkartoffel"), haben wir es bei der größten Zahl der Kartoffeln mit Narben und Wällchen zu tun, die nur die Stellen andeuten, an denen früher die Blätter befestigt waren.

Die Augen sind an der Knollenoberfläche ungleichmäßig verteilt. Sie sind am oberen Teil viel häufiger vertreten als am unteren Teil. Dies hängt damit zusammen, daß in dem unteren älteren Teil eine viel stärkere Entwicklung derjenigen Gewebe stattfand, welche die Augen bildeten, als in dem oberen jüngeren Teil. Die Augen sind spiralförmig angeordnet. Aus der oben angedeuteten Anordnung der Augen ersehen wir eine zunehmende Näherung der Spiralumläufe aneinander im oberen Teil der Knolle. Auf dem Querschnitt der Knolle kann man mit unbewaffnetem Auge den *Gefäßbündelring* erkennen, der unweit der Peripherie der Knolle liegend sie so umkreist, daß er sich der Oberfläche an den Stellen nähert, wo die Augen sitzen. Deswegen zeigt er eine Wellenform. Bei einigen Sorten ist dieser Ring von gleicher Farbe wie die Schale; dann ist er auf einem dünnen Querschnitt deutlich sichtbar. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß die Knolle, obwohl sie nach Art der Stengelorgane ausgebildet ist, sich doch von ihnen durch eine gewisse Verschiedenheit in der Entwicklung der Hauptgewebe unterscheidet. An der Oberfläche der Knolle finden wir die dünne äußere Schale — die *Epidermis*. Jedoch schält sich die Epidermis bei der ausgewachsenen Knolle ab, was als Kennzeichen der Knollenreife angesehen wird. Unter der Epidermis liegt die *Rinde* (wir benutzen dieses Wort als morphologischen Ausdruck), deren äußere Schichten den Korkteil der Kartoffelrinde bilden, der die Knolle vor Feuchtigkeitsverlusten und vor ungünstigen äußeren Einwirkungen schützt. Die inneren Schichten der Rinde dagegen bilden die Parenchymzellen, die mit Stärke angefüllt sind. Weiter folgt die Schicht des *Bildungsgewebes* (Cambium), auf dessen Kosten das Wachstum der Knolle hauptsächlich erfolgt, das aber einen nur sehr schwach entwickelten Gefäßbündelring ausbildet. Natürlich entspricht das, was innerhalb des Kambiumringes liegt, dem Holzteil, während das, was außerhalb desselben liegt, dem Bastteil entspricht. Dieser Holzteil besteht aber, mit Ausnahme einiger Fasern, aus dünnwändigen großen Parenchymzellen, die den ganzen inneren Teil der Knolle ausfüllen und gleichfalls mit Stärke angefüllt sind. Die äußeren Schichten des Mittelteiles und die inneren Schichten der Rinde, d. h. diejenigen Schichten, die von beiden Seiten dem Bildungsgewebe am nächsten liegen, enthalten am meisten Stärke. Von der Peripherie des Mittelteiles zu seiner Mitte hin nimmt der Stärkegehalt allmählich ab, dagegen steigt der Wassergehalt an, so daß hier das Gewebe halb durchsichtig wird; manchmal entsteht sogar eine Höhlung. In der Rinde nimmt der Stärkegehalt mit der Entfernung von ihrer Innenseite nach außen hin ab. Der äußerste Teil dagegen, der unmittelbar unter der Korkschicht liegt, ist stärkearm, aber reich an stickstoffhaltigen Substanzen. Die Zellen des Parenchymgewebes können bei Beschädigung der Knolle eine neue Korkschicht ausbilden, indem sie anfangen, sich stärker parallel zu der beschädigten Oberfläche zu teilen. Auf diese Weise wird die Knolle vor Austrocknung geschützt.

Die in den Boden gelegte Knolle fängt bei günstigen Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnissen zu *keimen* an. Gewöhnlich beginnt die mittlere (die stärker entwickelte) Knospe mit dem Wachstum. Wird sie beschädigt, dann fangen die beiden Seitenknospen zu wachsen an. Das Wachstum beginnt bei den oberen jüngeren Augen. Die unteren Augen können manchmal überhaupt keine Keime bilden oder doch wenigstens in der Entwicklung sehr zurückbleiben.

Wenn die Keime die Oberfläche erreicht haben, werden sie grün und beginnen normale Blätter zu entwickeln. Die Keime aber, die unter der Erdoberfläche geblieben sind, beginnen zwischen Knolle und Erdoberfläche aus den Blattachseln horizontale Ausläufer (bei günstigen Verhältnissen 6—8 Stück) zu bilden, die sich an ihren Enden verdicken und auf diese Weise sich allmählich entwickelnde Knollen entstehen lassen. Außerdem können sich diese horizontalen Ausläufer auch noch verzweigen und an den Enden dieser Verzweigungen ebenfalls Knollen bilden. Auf diese Weise können aus einer Mutterknolle einige Dutzend neuer Knollen entstehen, wobei der ganze Knollenstock, je nachdem, ob die neuen Knollen an kurzen oder langen Ausläufern sitzen, dichter oder weiter zerstreut liegen kann. Ein dichter Knollenstock ist für die Ernte vorteilhafter.

Alles oben Beschriebene ist das Ergebnis der Entwicklung von Stengelorganen. Die *Wurzeln* dagegen, die sich nicht durch große Entwicklungskraft auszeichnen, entstehen erstens bei der Bildung der senkrechten Ausläufer an deren Basis unmittelbar über ihrer Austrittstelle aus der Mutterknolle, zweitens aus den Knoten der senkrechten und wagerechten Ausläufer, d. h. aus den Stellen, an denen die Blattschuppen sitzen, in deren Achseln sich die Knospen befinden, die oft in horizontale Ausläufer auswachsen. Die Mutterknolle ernährt die junge Pflanze ziemlich lange Zeit. Sogar noch dann, wenn die Blätter schon entwickelt sind und die selbständige Ernährung schon begonnen hat, ist der Inhalt der Mutterknolle oft noch nicht gänzlich verbraucht. Aus nachfolgenden Zahlen kann man ersehen, welche Veränderung in der *Mutterknolle* mit dem Fortschreiten ihrer Ausnutzung stattfindet:

	Die Knollen enthielten beim Pflanzen %	Dieselben Knollen nach der Ausbildung von Ausläufern und jungen Knollen %
Wasser	78,80	95,53
Stärke	14,91	1,60
Rohfaser	1,07	2,11
Stickstoffhaltige Substanzen	2,11	0,34
Asche	1,22	0,42

Diese Zahlen zeigen, daß die Mutterknolle immer wäßriger wird, viel Stärke und stickstoffhaltige Substanzen verliert, die in die sich neubildenden Organe übergehen. Die Aschebestandteile werden ebenfalls ausgenutzt. Man muß annehmen, daß sich dies hauptsächlich auf Kali, Magnesium, Phosphorsäure und überhaupt auf diejenigen Aschebestandteile bezieht, die am meisten an den Lebensprozessen beteiligt sind.

Der Mutterknolle wird auch noch die Bedeutung eines Wasserbehälters zugeschrieben, der von der Pflanze in kritischen Zeiten ausgenutzt wird (Dürre).

Je nach der Entwicklung der Blattoberfläche wird dieselbe zu einer reichen Quelle kohlehydrathaltiger Substanzen, die in einer leichtlöslichen Form (Glykose) durch die Stengel und die unterirdischen Ausläufer zu den jungen Knollen gelangen und sich dort als Stärke ablagern.

Gewöhnlich werden Knollen nur unter der Erde gebildet. Jedoch bei Ernährungsstörungen können sie sich auch über der Erde bilden, wobei sich deutlich der Sproßcharakter dieser Organe zeigt. So beginnt bei Fäulnis der unterirdischen Knolle und der knollentragenden Ausläufer (Stolonen), was auf feuchten Lehmböden möglich ist, eine Bildung kleiner grüner Knollen an den Stengeln, an den Achseln der Blätter. Diese Erscheinung kann man künstlich

hervorrufen, wenn man, nachdem man den Stengel der Kartoffelpflanze abgeschnitten hat, diesen so in die Erde pflanzt, daß sich unter der Erde kein einziger Knoten (Knospe) befindet. Dann können sich keine unterirdischen Ausläufer mehr ausbilden und die Achselknospen fangen an, zu Knollen anzuschwellen. Das gleiche kann man erreichen, wenn man die Kartoffel auf botanisch nahe verwandte Pflanzen pfropft, die aber keine Knollen auszubilden vermögen, z. B. auf Tomaten.

Die chemische Zusammensetzung der Kartoffelknolle schwankt in den verschiedenen Wachstumsperioden und infolge der Wachstumsbedingungen recht erheblich. Den Hauptbestandteil, der immer vorherrscht, bildet das *Wasser*, das ungefähr drei Viertel des Knollengewichtes ausmacht. An zweiter Stelle steht der Menge nach, an Wichtigkeit aber an erster Stelle, *die Stärke*, die ein Sechstel bis ein Viertel der ganzen Masse dem Gewicht nach einnimmt. An *Eiweiß* dagegen ist nur rund ein Zehntel des Stärkegehaltes vorhanden und dies auch nur dann, wenn man darunter „Rohprotein" (N × 6,25) versteht. Ein großer Teil desselben besteht aus Amido-Verbindungen. In noch geringerer Menge als Eiweiß kommen die sonst üblichen Pflanzenbestandteile in den Knollen vor: Rohfaser, Fett und Asche. Wir müssen noch das Vorkommen eines recht giftigen Stoffes erwähnen, des Solanins, welches die Eigenschaften eines Alkaloides und eines Glykosides gleichzeitig besitzt und trotz der geringen Menge, in der es in den Knollen vorkommt, manchmal doch schädliche Wirkungen bei der Verfütterung der Kartoffeln an Tiere hervorruft.

Der Solaningehalt schwankt von 0,002—0,068 %. Wider Erwarten fand v. Morgenstern den geringsten Gehalt an Solanin gerade in den Futterkartoffeln; im Durchschnitt 0,012 % in Speisekartoffeln, 0,0115 % in Kartoffeln mit kombinierter Leistung, 0,0058 % in Futterkartoffeln[1]. Eine schädliche Wirkung können sogar Knollen hervorrufen, die nur 0,02 % Solanin enthalten. Die Kartoffelaugen enthalten 0,36—0,44 % (in der Trockensubstanz 2,3—3,5 %). Das Kraut enthält 0,01—0,05 % (in der Trockensubstanz 0,07—0,4 %). Die Früchte (Beeren) enthalten 0,07—0,4 %.

Man spricht nur von einer Schädigung der Tiere und nicht des Menschen, weil die Menschen die geschälte Kartoffel als Nahrungsmittel benutzen und gerade in der Schale die giftigen Stoffe in großer Menge vorkommen. An Tiere werden dagegen ganze Knollen verfüttert. Außerdem erhalten die Tiere die Kartoffel nicht immer in gekochtem Zustande. Gerade das Kochen, vor allem der geschälten Kartoffel, drückt den Solaningehalt sehr herab, weil dieses durch das Kochen der Knolle entzogen wird. Außerdem können an Tiere auch gekeimte Knollen verfüttert werden. In gekeimten Knollen und vor allem in den Keimen selbst steigt der Prozentgehalt an Solanin sehr stark an. Ferner ist erfahrungsgemäß mit dem Grünwerden der Knollen ein starkes Steigen des Solaningehaltes verbunden.

Die *mittlere Zusammensetzung der Knolle* und die einzelnen Abweichungen werden durch nachfolgende Zahlen verdeutlicht:

	Minimum %	Maximum %	Mittel %
Trockensubstanz	18,30	33,5	25,0
Stickstoffreie Extraktstoffe (vorwiegend Stärke)	15,70	26,6 (u. mehr)	20,7
Rohprotein	1,00	4,4	2,0
Rohfaser	0,27	2,7	0,7
Fett	0,04	0,8	0,3
Asche	—	—	0,9

Diese Angaben über die Zusammensetzung der Knollen genügen für den zootechnischen Standpunkt, welcher die Vereinigung der Stärke, der löslichen

[1] Siehe Landw. Versuchsstat. 65, 301.

Kohlehydrate und eines Teiles der Pentosane (oder überhaupt der Hemizellulosen) in eine Gruppe gestattet. Jedoch bei der Beurteilung der Kartoffeln als Fabrikmaterial muß man manchmal strenger verfahren, weil die Pentosane für die Spiritusgewinnung keine Bedeutung besitzen (die Pentosen vergären nicht) und weil bei der Stärkeherstellung die löslichen Kohlenhydrate (Glykose und Saccharose) in den Abwässern der Fabriken verlorengehen. Der Fehler bei dieser Gruppe ist allerdings nicht so bedeutungsvoll, weil die Stärke gewöhnlich 90% der Summe der stickstoffreien Extraktstoffe ausmacht. Die Pentosane bilden 0,74—0,95% der Rohmasse. Die Zuckermenge schwankt stärker, und zwar von 0,4—3,4%; eine größere Anhäufung findet statt, wenn man die Knollen bei niedriger Temperatur aufbewahrt.

Die *oberirdischen Teile der Kartoffelpflanze* (das Kartoffelkraut) sind als Futtermittel nicht wertlos; jedoch werden sie besser zur Silage verwendet. Es findet bei einer normalen Reife der Kartoffel, bei dem Übergang der durch die Blätter gebildeten Produkte in die Knollen, ein Absterben des Krautes statt und der Nährwert des Kartoffelkrautes sinkt recht erheblich. Das Abmähen des Krautes, wenn es noch arbeitet, ist nur unmittelbar vor der Ernte zulässig, sonst würde unbedingt auf die Menge und die Qualität der Ernte eine ungünstige Wirkung ausgeübt. Deshalb ist das abgestorbene Kraut der ausgereiften Kartoffel gewöhnlich zur Einstreu oder zum Heizen geeigneter als zum Verfüttern. Noch häufiger jedoch wird es an Ort und Stelle untergepflügt, um dem Boden so wenig wie möglich Nährstoffe zu entziehen. Die mittlere *Zusammensetzung des Kartoffelkrautes* ist folgende:

Trockensubstanz	stickstoffreie Extraktstoffe	Eiweiß	Rohfaser	Fett	Asche
%	%	%	%	%	%
22,0	6,7	2,3	6,0	1,0	3,0

In unserem Klima jedoch stirbt das *Kartoffelkraut* bei vielen Sorten bis zur Ernte nicht völlig ab. Das grüne Kartoffelkraut, das unmittelbar vor der Ernte abgemäht und *durch Erwärmung in Trockenanlagen getrocknet* wird, liefert ein Material, das nach seinem Nährstoffgehalt *gutem Heu* gleichwertig ist.

Das Vorkommen der einzelnen Mineralstoffe in der Asche des Kartoffelkrautes und der Knollen wird durch nachfolgende Zahlen wiedergegeben:

	Knollen %	Kraut %		Knollen %	Kraut %
Kali (als K_2O) . . .	60,06	21,78	Phosphorsäure . . .	16,86	7,89
Natrium (als Na_2O) .	2,96	2,31	Schwefelsäure . . .	6,52	6,32
Kalk	2,64	32,65	Kieselsäure	2,04	4,32
Magnesium	4,93	16,51	Chlor	3,46	5,78
Eisen	1,10	2,86			

Wie aus den schon früher gebrachten Zahlen ersichtlich ist, sind in der Zusammensetzung der Knolle bisweilen bedeutende Schwankungen möglich, manchmal sogar stärkere als die obige Tabelle angibt. Diese Schwankungen hängen außer von den Boden- und Klimaverhältnissen usw. vor allem auch von der Kartoffelsorte ab.

4. Die Kartoffelsorten.

Vom wirtschaftlichen Standpunkt teilt man die Kartoffelsorten in *Speise-*, *Futter-* und *Fabrikkartoffeln* ein, wobei die Ansprüche, die an die Knolleneigenschaften gestellt werden, sich in diesen 3 Gruppen folgendermaßen unterscheiden.

1. Als *Speisekartoffeln* dürfen die Knollen nicht zu viel Augen haben und diese Augen dürfen nicht zu tief sitzen. Sie müssen eine glatte und dünne Schale besitzen; denn dies erleichtert das Kartoffelschälen und verringert dabei den Prozentsatz an Verlusten. Ferner müssen die Kartoffeln gut kochen, wobei sie in eine mehlige Masse zerfallen ohne unangenehmen Beigeschmack. Blomeyer meint, daß der Geschmack der Kartoffel unter anderem vom Stärkegehalt abhängt, und zwar behauptet er, daß Knollen mit 19—21% Stärke einen guten Geschmack besitzen. Remy ist dagegen der Ansicht, daß das Verhältnis von Eiweiß (im engeren Sinne) zu Stärke in der Speisekartoffel nicht enger als 1:12 sein darf, sonst beginnt die Knollenmasse beim Kochen glasig zu werden. Es darf aber auch nicht weiter als 1:16 sein, weil sonst die Knollen beim Kochen aufplatzen („mehliger Zerfall"). Jedoch können die Ansprüche an die Zusammensetzung und an die Eigenschaften bei den Knollen selbst bei den Speisekartoffeln nicht immer die gleichen sein. Sie verändern sich entsprechend der Art der Kartoffelzubereitung. So sind uns zur Bereitung von Kartoffelbrei stärkereichere Knollen lieber. Dagegen ist es erwünscht, daß Kartoffeln, die in der Suppe gekocht werden, nicht in einem Brei zerfallen. Deswegen wäre hier ein hoher Stärkegehalt überflüssig.

Für die Bereitung von Kartoffelsalat werden besonders stärkearme Sorten bevorzugt.

An die Ertragshöhe stellt man bei den Speisekartoffeln nicht so hohe Ansprüche wie bei Futter- und Fabrikkartoffeln, weil für die Frühkartoffeln und für solche Sorten, die dem Geschmack des Verbrauchers entsprechen, auf dem Markt bessere Preise gezahlt werden, welche die geringeren Ernteerträge wieder ausgleichen.

2. Von der *Futterkartoffel* werden *hohe Erträge* verlangt. Neben hohem Ertrag an Trockensubstanz ist auch ein hoher Ertrag an Eiweißstoffen erwünscht, obgleich die Kartoffel als Futtermittel doch einer Ergänzung durch Eiweiß bedarf. Die Knollenform, die Dicke der Schale und die Anzahl der Augen spielen hier nicht die gleiche Rolle wie bei der Speisekartoffel.

3. Die *Fabrikkartoffeln*, die zur Stärke- und Spiritusgewinnung angebaut werden, müssen vor allem über *sehr stärkereiche Knollen* bei hohen Erträgen verfügen. Im übrigen werden für die *Spiritusherstellung* solche Sorten bevorzugt, die sich leichter in Dämpfapparaten verarbeiten lassen und dabei eine Masse liefern, die sich leicht verzuckert und gut gärt.

Nach den in Deutschland erhaltenen Ergebnissen gären folgende Sorten gut: Daber, Imperator, Maercker, Silesia, Aurora, Alkohol. Ein in dieser Hinsicht schlechtes Material dagegen stellen dar: Achilles, Champion, Lippe u. a. Solche Angaben kann man jedoch nicht immer verallgemeinern, weil die Einwirkungen des Wetters, der Düngung und andere Faktoren die Reife einer jeden Sorte beeinflussen. Deswegen beziehen sich diese Beobachtungen, die in der Fabrik gemacht worden sind, auf ein nicht immer vergleichbares Material.

Für die *Stärkefabrikation* werden solche Sorten gewünscht, deren Stärkekörner groß sind, weil diese eine höhere Ausbeute an erstklassiger Stärke liefern.

Die folgenden Zahlen zeigen, welche Unterschiede in dieser Hinsicht zwischen den einzelnen Sorten möglich sind.

In Prozenten des gesamten Stärkegehaltes wurde erhalten an:

	Stärke I %	Stärke II %	In der Pülpe %	Summe %		Stärke I %	Stärke II %	In der Pülpe %	Summe %
Hero	70	8	14	92	Daber . . .	60	16	16	92
Imperator . .	69	10	15	94	Thiel	60	13	17	90
Silesia . . .	62	17	16	95	Maercker . .	58	16	16	90
Wohltmann .	62	15	15	92	Hannibal . .	50	22	15	93

Eine scharfe Grenze zwischen diesen 3 Sorten — Hauptgruppen kann man allerdings nicht ziehen. Oft erscheint eine Sorte sowohl als Speise- wie auch als Fabrikkartoffel geeignet. Eine andere gemeinsame Eignung kommt seltener vor.

Die *Wachstumsperiode* bei den einzelnen Sorten ist eine verschiedene, so daß man *Früh-*, *Mittel-* und *Spätsorten* unterscheidet; die ersten mit einer Vegetationsperiode von 70—90 Tagen, die zweiten mit einer solchen von 120—130 Tagen und die dritten bis zu 180 Tagen. Die Frühsorten, die hauptsächlich unter den Speisekartoffeln vorkommen, sind hauptsächlich im Norden durch Züchtung entstanden; die Spätsorten dagegen im Süden. Die letzteren zeichnen sich durch hohes und üppiges Kartoffelkraut aus, das im Herbst erst sehr spät abstirbt. Sie bringen im großen und ganzen sehr hohe Erträge, wenn sie nur in Gegenden mit genügend mildem Herbstklima, wo sie ihr Wachstum beenden können, angebaut werden. Bis zu einem gewissen Grade kann man Spezialsorten von Universalsorten unterscheiden. Das Hervortreten irgendeiner besonderen Eigenschaft wird durch die Minderung anderer Eigenschaften, jedenfalls eines Teiles von ihnen, bedingt. Deshalb ist man genötigt, entweder Sorten zu wählen, die sich in einer bestimmten Richtung entwickeln oder, wenn eine vielseitige Leistung bevorzugt wird, sich mit dem Durchschnittswert der wertvollen Eigenschaften zu begnügen. Diese Verhältnisse werden durch nachfolgende Tabelle erläutert:

	Reifezeit	Ertrag	Knollengröße	Stärke %	Geschmack	Aufbewahrungsfähigkeit
Allerfrüheste Sorten zeigen .	sehr früh	mittel	mittel	niedrig	mittel	mittel
Die ertragreichsten Sorten zeigen	mittel	höchst	mittel	niedrig	mittel	mittel
Die größtknolligen Sorten zeigen	mittel	mittel	höchst	mittel	mittel	mittel
Die stärkereichsten Sorten zeigen	spät	mittel	minimum	höchst	schlecht	mittel
Die schmackhaftesten Sorten zeigen	mittel	mittel	mittel	mittel	best	mäßig
Die am besten aufzubewahrenden Sorten zeigen	spät	minimum	mininum	niedrig	schlecht	besser
Universalsorten zeigen . . .	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel

Morphologisch kann man die Sorten unterscheiden nach der *Form der Knollen* (lang, rund, flach), nach der *Schalenfarbe* (weiß, gelb, rot, blau), nach der *Farbe der Augen* (rot, blau, weiß), nach *der Blütenfarbe* (weiß, violett und hellblau) und nach anderen Merkmalen. Durch die Vielseitigkeit dieser Unterscheidungsmerkmale und deren Modifizierbarkeit wird auch der Umstand erklärlich, daß die Kartoffelsorten nicht mehr nach Hunderten gezählt werden, sondern daß die Zahl Tausend bereits überschritten ist. Auf einigen Ausstellungen in Deutschland[1] gab es bis zu zweitausend Namen von Sorten, die allerdings nicht immer genügend scharf unterscheidbar waren. Außerdem muß man mit den Veränderungen rechnen, die die Kartoffelsorten bei der Verpflanzung in andere Boden- und Klimaverhältnisse erleiden, und mit der Tatsache, daß die einen Sorten die anderen verdrängen, weil sich sozusagen die alten Sorten überlebt haben. In dieser Frage des Abbaues werden oft verschiedene Begriffe miteinander ver-

[1] Durch die Arbeiten der deutschen Kartoffelsorten-Register-Kommission ist die Zahl der deutschen Kartoffelsorten erheblich eingeschränkt und eine gewisse Übersicht in die übriggebliebenen Sorten gebracht worden; s. Flugblatt Nr. 95 der D. L. G. und H. 35 der Arbeiten der B. R. A. von Prof. Dr. Klapp: Studien über deutsche Kartoffelsorten, 1928 (Anmerkung des Herausgebers).

wechselt. So können Sorten, die nicht einheitlich sind, sich durch Übertragung in andere Verhältnisse insofern verändern, daß von den ungleichartigen Nachkommen die einen verlieren, die anderen dagegen durch diese Übertragung gewinnen und sich dadurch der allgemeine Charakter „der Sorte" verändert. Andererseits kann auch eine völlig einheitliche Sorte unter neuen Vegetationsverhältnissen eine andere Knollengröße und Form und einen anderen Stärkegehalt als in ihrer Heimat aufweisen (Standorts-Modifikationen).

Es liegen Mitteilungen vor, daß sogar die Düngung auf die Form der Knollen Einfluß hat, und zwar wird durch Stickstoffüberfluß die Knolle länger als dicker. Es ist selbstverständlich, daß solche Veränderungen nicht erblich sind.

Ferner kann man ein Sinken der Ernteerträge der einen oder anderen Kartoffelsorte im Falle einer Erkrankung, die infolge der vegetativen Vermehrung von einer Generation auf die andere durch das Pflanzgut übertragen wird, beobachten („Abbau infolge Erkrankung"). Endlich kann man im Laufe der Zeit das Verschwinden der einen Sorte und dafür das Auftreten neuer Sorten feststellen, wenn es mit Hilfe der Züchtung gelingt, ertragreichere Sorten zu liefern.

Um neue Kartoffelsorten zu erhalten, hat man in 3 Richtungen Versuche gemacht: 1. Durch Prüfung und Verbesserung solcher Sorten, die in Südamerika in großer Vielseitigkeit vorkommen, jedoch in Europa noch nicht in Kultur genommen worden sind, 2. durch Kreuzung, 3. hat man früher dem Pfropfen einer Sorte auf die andere eine gewisse Bedeutung zugeschrieben.

Auf die Verbesserung und die Auswahl neuer von Südamerika eingeführter Formen wurden zur Zeit der größten Ausdehnung der Phytophthora, unter der die ganzen europäischen Sorten litten, die größten Hoffnungen gesetzt. Aber diese Hoffnungen wurden insofern getäuscht, weil sich diese neuen Formen durch geringen Anbauwert auszeichneten; nur wenige von ihnen waren es wert, weiter verbreitet und verbessert zu werden.

Eine größere Bedeutung besitzt die Methode der *Kreuzung*. Man greift zu ihr entweder, wenn man in den Nachkommen die Eigenschaften zweier verschiedener Sorten vereinigt sehen will oder wenn man überhaupt hofft, Auslesematerial zu erhalten, weil die Kreuzung in der Nachkommenschaft eine große Vielgestaltigkeit hervorruft und die günstigen Kombinationen leicht durch vegetative Vermehrung erhalten werden können.

Bei der Auswahl der Parentalformen ist es wichtig, außer auf die besonderen Kulturansprüche auch auf die Blüh- und Fruchtansatzverhältnisse Wert zu legen. Abgesehen von der verschiedenen Ausbildung der Blumenkrone produzieren einige Sorten nur geringe Mengen an Blütenstaub, oder bilden überhaupt keinen Blütenstaub. Es gibt auch solche Sorten, die, während sie normalen Blütenstaub ausbilden, doch keine Früchte tragen, was dazu zwingt, eine Anormalität in der Entwicklung der weiblichen Geschlechtsorgane anzunehmen. Jedenfalls ist es notwendig, die Staubfäden aus den Pflanzen zu entfernen, die künstlich bestäubt werden sollen. Gewöhnlich wird die Mutterpflanze vom Standort der anderen Pflanze weiter entfernt angebaut. Wenn sie zu blühen beginnt, läßt man nur 3—4 Blüten übrig, um bei diesen eine rechtzeitige Entfernung der Staubfäden zu ermöglichen. Diese werden dann mittels einer Pinzette oder einer kleinen Schere herausgeschnitten. Nach dieser Kastration werden die Blüten in eine Gazehülle oder in Glaskolben, deren Öffnungen mit Watte verstopft werden, eingeschlossen, um dadurch eine Bestäubung von außen her zu verhindern[1]. Wenn die Narbe zur Aufnahme des Blütenstaubes bereit ist, bedeckt

[1] Im deutschen Klima vertragen die Kartoffelblüten das Einbeuteln in der Regel nicht gut. Gewöhnlich fallen sie ab. Die ganzen Pflanzen werden vielmehr in Isolierhäusern gezogen und hierdurch gegen Fremdbestäubung (durch Insekten) geschützt (Anmerkung des Herausgebers).

sie sich mit einer zuckerähnlichen, schleimigen Flüssigkeit. Nun überträgt man mit dem Pinsel den Staub von der Pflanze, mit der man jene Pflanze kreuzen will. Gewöhnlich wiederholt man die Bestäubung nach 1 oder 2 Tagen, um sicher zu sein, daß kein Mißlingen des Versuches stattfindet, das durch falsches Wählen der Bestäubungszeit verursacht werden konnte. Wenn bald hierauf die Blütenkronen abfallen und die Fruchtknoten infolge der Entwicklung der Samen anschwellen, so kann die Bestäubung als gelungen angesehen werden. Wenn die Früchte (Beeren) reif sind, werden sie abgepflückt und in einem kühlen Raum aufbewahrt, wo sie in dünnen Schichten ausgebreitet werden müssen, bis sie weich werden. Dann löst man die Samen durch Abwaschen mit Wasser von der sie umgebenden schleimigen Masse, trocknet sie und bewahrt sie bis zur Saat auf. Die Samen werden in Töpfe oder in Mistbeete ausgesät, um später ins Freie gepflanzt zu werden, wobei es im ersten Jahre noch nicht nötig ist, einer jeden einzelnen Pflanze viel Raum zur Verfügung zu stellen, denn sie entwickelt sich noch nicht mit voller Kraft. Diese Pflanzen geben Knollen von der Größe einer Haselnuß, höchstens einer Walnuß, deren Eigenschaften man wegen der geringen Größe oft schlecht beurteilen kann. Im Herbst des nächsten Jahres erhält man größere Knollen und es ist eine strengere Auslese möglich, die man auch in den folgenden Jahren fortsetzen muß[1].

Übrigens kann man bei einigen Sorten bei geeigneter Pflege auch schon im ersten Jahre recht große Knollen erzielen.

Infolge der Schwierigkeiten der künstlichen Bestäubung benutzt man manchmal Samen, die man auf natürlichem Wege erhalten hat. Jedoch bleibt es dann natürlich unbekannt, durch welchen Blütenstaub die Mutterpflanze bestäubt worden ist.

Weil frei abgeblühte Kartoffeln in der Regel selbst bestäubt sind (Klon), werden Samen aus derartigen Beeren nicht für Züchtungszwecke verwendet, weil die hieraus anfallenden Sämlinge stark durch Inzucht geschwächt sind (Anmerkung des Herausgebers).

Die *Propfung auf Knollen* wurde in folgender Form durchgeführt. Der abgeschnittene obere Teil (mit einem Auge) der Knolle der einen Sorte wird an die Schnittfläche der Knolle einer anderen Sorte gelegt. Die kegel- oder keilförmigen Ausschnitte mit Augen der einen Knolle werden in die entsprechenden Vertiefungen der anderen Knolle eingesetzt oder aber es werden die glatt abgeschnittenen Hälften der Knolle, die der Länge nach durchschnitten sind, fest an die Schnittfläche anderer Knollen angelegt und zusammengebunden. Immer sucht man die Entwicklung der Augen an derjenigen Knolle zu verhindern, auf welche die Pfropfung ausgeführt worden ist. Wie man dabei aber auch verfahren mag, man kann sich in all diesen Fällen keine derartige Wirkung oder keine derartige Vermengung der Eigenschaften der einen oder der anderen Sorte vorstellen, die sich in der Nachkommenschaft durchsetzen könnte. Sogar hinsichtlich der Ernährung muß man beachten, daß das Pfropfreis sich nur in der ersten Zeit von den Reservestoffen des Wildlings ernährt, sich nachher aber selbständig macht. Daher spielt hier der Wildling nicht einmal die Rolle, die ihm bei der Pfropfung der Bäume zufällt. Alle zitierten Fälle erfolgreicher Pfropfungen erscheinen zweifelhaft.

In Rußland war es D. L. Rudsinsky, der sich als erster mit der Kartoffelzüchtung befaßte. Er ist der Begründer der Pflanzenzuchtstation in Petrowsko-Rasumowskoje. Die Individualauslese mit Prüfung der Nachkommenschaft, die auf eine Knolle zurückführt, begann im Jahre 1903. Die Linien, die durch vegetative Vermehrung erhalten werden, heißen Klone. Die Arbeit wurde mit

[1] Siehe ausführlicher in Fruwirth: Die Züchtung usw. 3.

einem Sortiment von 350 Nummern begonnen. Aus ihnen wurden nach vieljährigen Erfahrungen folgende 18 Sorten als beste ausgelesen:

Sortennamen	Ernteerträge in dz/ha	Stärke %	Knollengröße in qcm	Ausgeglichenheit % d. größten u. mittl. Knollen	Zahl der Tage bis zur Blüte
Krüger	190	16,6	44,5	90	52
Smyslowsky (Fürstenkrone)	139	18,4	51,5	91	52
Petrowsko-Rasumowsky	138	19,3	73,8	94	51
Switez	130	18,9	37,6	88	62
Reitan	130	16,4	42,0	89	51
Znicz	129	19,8	41,9	88	60
Richters „Imperator"	128	20,0	64,7	93	57
Lange weiße Sechswochen	125	19,8	66,7	93	54
Narodny (Zarsky)	123	19,5	72,2	94	53
Aza	122	18,1	51,7	90	54
Dr. Orth	120	19,9	61,5	94	54
Magnum bonum	120	18,7	37,6	87	53
Epikur	120	17,5	59,2	92	46
Ella	119	18,5	47,1	94	49
Zeppelin	115	19,9	27,7	84	54
Grazia	104	21,4	30,0	81	62
Nestor	94	20,4	35,6	88	62
Jakowlewsky (a.d. Gouvernement Woronesch)	92	20,4	34,8	84	92

Einige Zuchtsorten wurden auf ihre Kochfähigkeit untersucht. Bei Benutzung eines besonderen Apparates wurde die Zeit bestimmt, um die Kartoffelknollen völlig gar zu kochen. Sorten, die sich am besten kochen ließen, waren: „Narodny" und „Magnum bonum". Sie brauchten zur Erlangung der völligen Gare 30 Minuten.

Zu den Mittelsorten (in 30—35 Minuten gar kochend) gehören: Richters Imperator, Fürstenkrone, Dr. Orth, Petrowsko-Rasumowskoje und Znicz. Langsam weich wurde die „Sechswochen" (38 Minuten) und Epikur (45,5 Minuten).

Alle Sorten wurden nach ihrer Schmackhaftigkeit beurteilt. Die beste in dieser Hinsicht war Richters Imperator. Dicht dahinter lagen „Graf aus Petrowsko-Rasumowskoje", „Lange weiße Sechswochen", Narodny und Dr. Orth. Weiter folgten Fürstenkrone, Epikur u. a. Die schlechtesten waren, wie auch zu erwarten war, die Futterkartoffeln: Präsident Krüger und Reitan. Etwas besser im Vergleich zu den Futterkartoffeln waren Grazia und Jakowlewsky.

Nach dem Kriege wurde die Kartoffelzüchtung wegen Mangel an Raum und Mitteln an der Akademie nach der Versuchsstation Korenewo in der Nähe der Eisenbahnstation Malachowka im Gouvernement Moskau verlegt, die mit der Moskauer Landesversuchsstation verbunden ist. In Korenewo wurde die Arbeit von den ehemaligen Mitarbeitern von Rudsinsky, Lorch und Assejewa fortgesetzt.

Das gleiche Sortiment von Rudsinsky diente auch als Ausgangsmaterial für die Erforschung der Systematik der Kartoffelsorten im Institut für angewandte Botanik von S. M. Bukassow. Da es unmöglich ist, hier die Grundlage der allgemeinen Systematik auseinanderzusetzen, wollen wir folgende kurze Bemerkung über die Charakteristik der Kartoffelsorten, die in Rußland vorkommen (nach Bukassow) und ihre wirtschaftliche Bedeutung (nach Lorch) anführen[1].

Nach der Farbe der Blüte, der Knolle und der Keime kann man die Kartoffelsorten in die 11 weiter unten angeführten Gruppen einteilen. Die in Rußland am meisten vorkommenden Kartoffelsorten verteilen sich folgendermaßen:

[1] Bukassow: Kartoffelsorten und ihre Einteilung. Arb. angew. Bot. 13 (1923); 15 (1925).

Sortennamen	Frühreife	Ertrag an Rohmasse	Stärke %	Stärkeertrag von der Fläche	Knollengröße
					I. Speise-
					1. Nur in heißem
					A. Frühreife
Frühe Rosen, Rosowy, Amerikanka	früh	mittel	niedrig	mittel	groß
Epikur	früh	mittel	niedrig	mittel	groß
Neuer Mikado	früh	mittel	niedrig	mittel	groß
					B. Mittel- und
Frühe Rose aus Milet	mittel	gut	mittel	mittel	groß
					2. In heißem und kaltem
					Salat-
Königs Nierenkartoffel u. a. . . .	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel
					II. Universal-
Richters Imperator	mittel	gut	höher als mittel	höher als mittel	groß
Sechswochen (und Petrowsko-Rasumowskoje)	mittel	gut	höher als mittel	höher als mittel	groß
Narodny (früher Zarsky)	mittel	gut	höher als mittel	höher als mittel	groß
Smyslowsky (Fürstenkrone) . . .	mittel	gut	höher als mittel	höher als mittel	mittel
Ella	mittel	gut	höher als mittel	höher als mittel	mittel
					III. Fabrik-
					(vor allem spät-
Wohltmann	spät	mittel	gut	gut	mittel
Saß	spät	unter mittel	gut	mittel	klein
Switez	spät	unter mittel	mittel	mittel	klein
Silesia	spät	unter mittel	gut	mittel	mittel
Grazia	spät	unter mittel	gut	mittel	klein
Znicz	spät	unter mittel	mittel	mittel	klein

Geschmack	Krankheitsbefall	Aufbewahrungsfähigkeit	für welches Klima	für welchen Boden	Knollenfarbe	Knollenform	Blütenfarbe	Farbe des Keimes
Kartoffelsorten.								
Zustand zu genießen.								
Sorten.								
gut	leicht	schlecht	trocken und kontinental	für alle Böden, bei starken Niederschlägen werden leichte Böden bevorzugt	rosa	länglich	weiß	rosa
bei der Ernte gut, wird beim Lagern schlechter	mittel	gut	feucht	für bindige und leichte Böden	bei der Ernte weiß und hellrosa	tonnenförmig	weiß	rosa
gut	mittel	schlechter als mittel	Zentralgebiet	Sandböden	weiß	länglich	weiß	rosa
spätreife Sorten.								
gut	mittel	mittel	trockenereres	leichte Böden	rosa	länglich	weiß	rosa
Zustand zu genießen.								
kartoffeln.								
gut	mittel	mittel	Zentralgebiet	leichte und mittl. Böden	weiß	länglich	weiß	blau
Sorten.								
gut	mittel und stark	faulen leicht	in ganz Rußland	leichte und mittl. Böden	weiß	unregelmäßig	blau	blau
gut	mittel und stark	faulen leicht	in ganz Rußland	leichte und mittl. Böden	weiß	unregelmäßig	blau	blau
gut	mittel und stark	faulen leicht	in ganz Rußland	leichte und mittl. Böden	weiß	unregelmäßig	blau	blau
gut	mittel und stark	faulen leicht	in ganz Rußland	leichte und mittl. Böden	weiß	unregelmäßig	weiß	rosa
gut	mittel und stark	faulen leicht	in ganz Rußland	leichte und mittl. Böden	weiß	unregelmäßig	weiß	rosa
Kartoffeln								
reife Sorten).								
mäßig	widerstandsfähig	gut	zentrales Schwarzerdegebiet	Schwarzerde	rot	rund	violett	rosa
schlecht	anfällig	mittel	Zentralgebiet	leichte Böden	weiß	eiförmig	weiß	rosa
schlecht	widerstandsfähig	gut	feucht	bindige Böden	weiß	rund	weiß	rosa
gut	mittel	mittel	feucht	leichte Böden	weiß	eiförmig	weiß	rosa
schlecht	anfällig	schlecht	feucht	mittlere Böden	rot	rund	weiß	rosa
schlecht	widerstandsfähig	gut	feucht	bindige Böden	weiß	rund	weiß	rosa

Sortennamen	Frühreife	Ertrag an Rohmasse	Stärke %	Stärkeertrag von der Fläche	Knollengröße
III. Fabrik-					
(vor allem spät-					
Aza	spät	unter mittel	mittel	mittel	mittel
Rote Mehlkugel	spät	mittel	gut	mittel	klein
Pfirsichblüte	spät	unter mittel	mittel	unter mittel	klein
Maercker	mittel	mittel	über mittel	gut	mittel
IV. Futter-					
(spätreife					
1. Die ergiebigsten					
Magnola	spät	mittel	niedrig	mittel	mittel
Krüger	spät	hoch	niedrig	hoch	mittel
Reitan	spät	hoch	niedrig	hoch	mittel
2. Sorten mit					
Blaue Riesen	spät	mittel	niedrig	mittel	groß
V. Die gegen Krankheiten					
Immer gut	spät	schwach	niedrig	niedrig	klein
Granat	spät	schwach	niedrig	niedrig	klein
Brocken	spät	schwach	mittel	niedrig	klein
Pjast	spät	mittel	mittel	mittel	klein
Magnum bonum	mittel	schwach	niedrig	niedrig	klein

Geschmack	Krankheitsbefall	Aufbewahrungsfähigkeit	für welches Klima	für welchen Boden	Knollenfarbe	Knollenform	Blütenfarbe	Farbe des Keimes
Kartoffeln (Fortsetzung)								
reife Sorten).								
schlecht	anfällig	schlecht	feucht	mittlere Böden	weiß	eiförmig	weiß	rosa
mäßig	mittel	mittel	Zentralgebiet	Schwarzerde und sonstige reiche Böden	rot	rund	weiß	rosa
mäßig	mittel	mittel	Zentralgebiet	Schwarzerde	weiß, rot punktiert	rund	weiß	rosa
gut	anfällig	schlecht	zentrales Schwarzerdegebiet	zentrales Schwarzerdegebiet	weiß	unregelmäßig	blau	blau
Kartoffeln								
Sorten).								
Sorten.								
schlecht	anfällig	schlecht	feucht	mittlere Böden	weiß	eiförmig	weiß	rosa
grob	widerstandsfähig	mittel	trocken	leichte, mittlere, bindige Böden, Schwarzerde	weiß	eiförmig	violett	rosa
grob	widerstandsfähig	mittel	feucht	leichte, mittlere, bindige Böden, Schwarzerde	weiß	eiförmig	violett	rosa
großen Knollen.								
grob	widerstandsfähig	gut	Zentralgebiet	leichte und mittl. Böden	blau	länglich	blau	blau
widerstandsfähigsten Sorten.								
mäßig	widerstandsfähig	gut	Zentralgebiet	schwere Böden	weiß	rund	violett	rosa
grob	widerstandsfähig	gut	Zentralgebiet	feuchte Böden	rot	rund	violett	rosa
grob	widerstandsfähig	gut	Zentralgebiet	schwere und überdüngte Böden	rosa	rund	weiß	rosa
schlecht	widerstandsfähig	gut	Zentralgebiet	schwere und überdüngte Böden	rot	rund	violett	rosa
mäßig	widerstandsfähig	gut	Zentralgebiet	schwere und überdüngte Böden	weiß	rund	blau	blau

Blüten	Keime	Knollen	Sorten
I. Weiß	farblos oder rosa	gelb	gelbe frühreife Schneeflocke, Kaiserkrone, Gawronek (Fürstenkrone)
II. Weiß	farblos oder rosa	schwach gefärbt (fleischfarbig rosa oder bunt)	Frühe Rosen, Spätsorte (rosa), Wermont, Weißer Elefant, Kösternitzer, Alkohol, Epikur
III. Weiß	farblos oder rosa	stark gefärbt (rot)	—
IV. Weiß	blau	gelb	—
V. Weiß	blau	blau	—
VI. *Gefärbt:*			
A. Violett	rot	gelb	Silesia, Topas (Switez)
1. Rotviolett . .	—	—	Znicz, Magnum bonum (Krüger, Aza)
VII. *Gefärbt:*			
A. Violett	rot	rot (selten gescheckt)	Wohltmann, Daber, Sächsische Zwiebel, Reichskanzler
1. Rotviolett . .	—	—	Bismarck, Grazie, Pfirsichblüte
VIII. 2. Blauviolett . .	blau	gelb	Imperator, Maercker, Champion, Viktoria
IX. Blauviolett . .	blau	blau	—
X. B. Blau	blau	gelb	—
XI. Blau	blau	blau	Blaue Riesen

5. Das Verhalten der Kartoffel zu Klima und Boden.

Obgleich die Ansprüche der Kartoffel an das *Klima* je nach der Sorte stark schwanken, sind sie im großen und ganzen nicht hoch. Infolgedessen hat sich der Kartoffelbau stark ausgedehnt. Er erreicht auf der einen Seite Lappland, auf der anderen Neuseeland. Anfangs mußte man annehmen, daß die Kartoffel als südliche Pflanze mit langer Vegetationsperiode (bis zu 180 Tagen) und mit einem Wärmeanspruch in dieser Zeit bis zu 3000° C eine nur geringe Verbreitung finden würde. Jetzt aber konnte der Kartoffelbau infolge der durch die Züchtung erreichten Vielseitigkeit der Sorten, deren Vegetationsperiode bisweilen nur 70—90 Tage dauert und die während des Sommers nicht mehr als 1100—1200° Wärme verlangen, sich weit nach Norden ausdehnen. Er erreicht in Europa den 70. Grad n. Br. ebenso wie das nordische Getreide — die Gerste, jedoch ohne an dieser nördlichen Grenze ihres Verbreitungsgebietes weder einen beträchtlichen Ertrag, noch einen nennenswerten Stärkegehalt zu erreichen. Die Ansprüche an die Temperatur zwingen in diesen Gegenden, ebenso wie die Empfindlichkeit der auflaufenden jungen Pflanzen gegen Frost, die Kartoffeln später zu pflanzen und so die Vegetationszeit der Kartoffel auf dem Felde abzukürzen.

Die Kartoffel leidet natürlich auch unter starker *Dürre*. Ihr Wachstum wird gehemmt; deswegen kann sie am Äquator nur in beträchtlicher Höhe über dem Meeresspiegel mit Erfolg angebaut werden. Im allgemeinen jedoch stellt die Kartoffel an den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens geringe Ansprüche, weil ihre Verdunstungsfläche im Vergleich mit anderen Pflanzen klein ist; man vergleicht dabei nicht die Verdunstungsfläche einer Pflanze, sondern einer Reihe von Pflanzen, die sich auf der Flächeneinheit befinden.

So wird nach Riesler in 24 Stunden folgende Feuchtigkeitsmenge verdunstet

Vom Hektar	Kartoffeln . .	0,74—1,4 mm	Wasser
,, ,,	Roggen	2,26 ,,	,,
,, ,,	Hafer	2,9—4,9 ,,	,,
,, ,,	Luzerne . . .	3,4—7,0 ,,	,,

Bei diesem Vergleich muß man beachten, daß die Kartoffel länger als die Getreidearten auf dem Felde bleibt. Deswegen wollen wir noch Angaben über die *Verdunstungsmengen* im Laufe einer ganzen Vegetationsperiode von REMY anführen:

Kartoffeln	14000—17000	Ztr. je	Hektar
Zuckerrüben rund	25000	,, ,,	,,
Getreide	20000—25000	,, ,,	,,
Klee	22000—26000	,, ,,	,,

In feuchten Jahren bringt die Kartoffel hohe Ernten, jedoch ist sie der Naßfäule mehr ausgesetzt. Die trocknen Jahre dagegen, wenn sie auch nicht derart hohe Erträge bringen, schützen die Pflanze doch mehr vor dieser Erkrankung.

Die Kartoffel verlangt *lockeren Boden*, welcher der Knollenentwicklung keinen nennenswerten mechanischen Widerstand leistet, der mit Luft genügend durchsetzt ist und gleichzeitig genügend Wasser enthält, ohne jedoch unter Wasserüberfluß zu leiden. Deswegen sind die lehmigen, nicht zu armen Sandböden, die sandigen Lehmböden und vor allem die Böden des Schwarzerdegebietes (infolge ihrer Porosität) für die Kartoffel die am besten geeigneten, weil sie Knollen mit normalem Trockensubstanzgehalt und besonders Stärkegehalt ergeben. Die schweren Lehmböden sind aus dem obengenannten Grunde weniger geeignet, aber auch deswegen, weil ihre hohe Feuchtigkeit auf die Bildung der erforderlichen Stärkemengen in den Kartoffelknollen eine ungünstige Wirkung ausübt und die Kartoffeln sehr der Naßfäule ausgesetzt sind. Solche Böden können mit Kartoffeln nur dann bestellt werden, nachdem sie mäßig gekalkt und gut bearbeitet worden sind.

Sauren Humus fürchtet die Kartoffel offenbar nicht; man hat erfolgreiche Versuche auf Mooren nach ihrer Trockenlegung, ohne zu kalken, angestellt (REMY).

Andererseits können die leichten Sandböden, wenn sie auch qualitativ hochwertige Kartoffeln liefern (stärkereich, schmackhaft und weniger den Krankheiten ausgesetzt), keine großen Erträge liefern, ohne daß man dafür Sorge trägt, ihre Nährstoffe zu ergänzen. Wie auch in anderen Fällen erscheint das Verhältnis zum Boden in einem gewissen Grade von den klimatischen Bedingungen abhängig. Je feuchter das Klima ist, um so mehr werden diejenigen Böden bevorzugt, die für Wasser am durchlässigsten sind, die nicht allzuviel Feuchtigkeit in sich aufnehmen und umgekehrt.

6. Die Düngung der Kartoffel.

Hinsichtlich ihrer Ansprüche an die *Bodennährstoffe* entzieht die Kartoffel dem Boden weniger Nährstoffe als die Wurzelfrüchte, jedoch bedeutend mehr als die Getreidearten. Dies zeigt auch der früher erwähnte Umstand, daß die Kartoffelernte doppelt so reich an stickstoffhaltigen Substanzen ist als die Roggenernte, wenn man die absoluten Zahlen auf die Flächeneinheit bezieht. Dies betrifft die Mittelerträge der Statistik.

Nach I. A. STEBUT werden einem Hektar nachfolgende Nährstoffmengen entzogen. Die Angaben STEBUTs gelten für eine Kartoffelernte von 15000 kg und eine Haferernte von 1500 kg je Hektar:

	N kg	Asche kg	K_2O kg	CaO kg	P_2O_5 kg
Kartoffeln (Knollen und Kraut) . .	60	194	145	22	28
Hafer (Korn und Stroh)	37	126	26	11	13

Wir sehen, daß der Unterschied im *Entzug an Kali* besonders groß ist.

Es sollen hier noch Angaben von Remy für Deutschland, die sich auf höhere Erträge beziehen, gebracht werden:

	N kg	K_2O kg	P_2O_5 kg	CaO kg	MgO kg
200 dz Kartoffeln (einschließlich der entsprechenden Krautmenge)	106	171	40	64	40
400 „ Zuckerrüben (einschließlich Kraut)	202	255	79	92	70
500 „ Futterrüben	211	290	67	54	60
30 „ Roggen	86	83	38	22	14

Die *Kartoffel* verbraucht also *rund viermal soviel Kali wie Phosphorsäure*, während bei Getreide sich dieses Verhältnis wie 2:1 bewegt.

Man kann im ganzen sagen, daß die Kartoffel nach der Menge der entzogenen Nährstoffe über den Getreidearten, jedoch unter der Zuckerrübe steht. Diese Angaben genügen aber nicht, um eine endgültige Schlußfolgerung über die Ansprüche der Kartoffel an die Bodenfruchtbarkeit zu ziehen.

So zeigt der Versuch, daß die Kartoffel auf demselben Boden wachsen kann wie Roggen, desto mehr auf solchen Böden, wo Weizen gedeiht, obgleich eine Kartoffelernte mehr Asche und mehr Stickstoff enthält als eine Weizenernte. Hierbei spielt wahrscheinlich die große *Aufnahmefähigkeit des Wurzelsystems* der Kartoffel eine bedeutsame Rolle; außerdem der Umstand, daß ein *großer Nährstoffvorrat in der Knolle* der jungen Pflanze die Aufgabe der ersten Wachstumsperiode erleichtert, oberirdische wie unterirdische Organe zu bilden, die über eine genügende Aufnahmeoberfläche verfügen. Vergleicht man die Kartoffel weiter mit den Getreidearten, so muß man feststellen, daß die Kartoffeln infolge ihrer längeren Vegetationsperiode mehr Nährstoffe aus dem Boden aufnehmen können als die Getreidearten. Diese letzten Überlegungen werden noch durch den Umstand besonders unterstrichen, daß das Wurzelsystem der Kartoffel seiner Masse nach nicht sehr entwickelt ist, soweit man nach den Versuchen von Hosäus urteilen darf. Dieser hat gefunden, daß auf 360 g rohe Kartoffeln mit 28 g Trockensubstanz in den oberirdischen Organen nur 3 g Trockensubstanz in den Wurzeln entfallen. Ferner hat Remy festgestellt, daß das Wurzelgewicht 7,3% des gesamten Pflanzengewichtes ausmacht.

Abgesehen davon, daß in der Asche der Kartoffel die Kaliverbindungen vorherrschen, benötigt die Kartoffel oft mehr eine Phosphorsäure- und eine Stickstoffdüngung als eine Kalidüngung. Dies hängt in erster Linie damit zusammen, daß sich die *Kartoffel das Kali besser aneignen* kann als Phosphorsäure und Stickstoff; zweitens, daß die Mehrzahl der Böden (außer den armen Podsol-, Sand- und Torfböden) genügend mit Kali versehen ist; drittens endlich, daß die Phosphorsäure in einer Getreidewirtschaft in viel größeren Mengen dem Boden auf immer entzogen wird als das Kali (im Korn und in den Produkten der Viehhaltung). Kali dagegen ist vorzugsweise im Stroh enthalten und kehrt infolgedessen mit dem Stallmist wieder in den Boden zurück. Daher ist der Boden bedeutend reicher an Kali als an Phosphorsäure.

Auf sandigen Böden dagegen kann der Kalibedarf der Kartoffel an erster Stelle stehen.

Die Kartoffel wird auf reichen Böden nach Winterung, die mit Stallmist gedüngt worden war, ohne weitere Düngung angebaut. Auf weniger fruchtbaren Böden, vor allem im Waldbodengebiet, muß man, falls man gute Erträge ernten will, auch zu Kartoffeln Stallmist geben. Bei Stallmistmangel muß man zu mineralischen Düngemitteln greifen. In Deutschland wird der Acker, der mit

Kartoffeln bestellt werden soll, gleichzeitig mit Mineralstoffen und mit Stallmist gedüngt ohne Rücksicht auf die Düngung der vorhergehenden Winterung.

Das Verhalten der Kartoffel zur *Stallmistdüngung* bedarf einer gewissen Erklärung. Die Kartoffel reagiert auf regelrechte Anwendung einer Stallmistdüngung sehr gut, für die wiederum zahlreiche Gründe sprechen. Gleichzeitig muß aber die Möglichkeit einiger unerwünschter Folgen bei zu starker oder falscher Stallmistanwendung vorbehalten werden.

Die Kartoffelpflanze bedarf vor allem nicht im Anfangsstadium ihrer Entwicklung, solange sie noch von der Mutterknolle genügend ernährt wird, der Nährstoffe, sondern erst in den nachfolgenden Vegetationsstadien. Bei den meisten Sorten liegt der *höchste Nährstoffbedarf in der zweiten Hälfte des Sommers*. Deswegen erscheint der Stallmist, der sich im Boden langsam zersetzt und lange Zeit als Quelle leichtlöslicher Nahrung dienen kann, sehr zur Düngung der Kartoffel geeignet. Nach seiner Zusammensetzung jedoch und nach seiner Wirkung ist der Stallmist in gewisser Beziehung einseitig. In ihm herrscht die Wirkung des Stickstoffes über diejenige der anderen Bestandteile vor. Deswegen kann bei starker Stallmistgabe eine reiche Entwicklung des Kartoffelkrautes, eine verspätete Reife der Knollen, ein geringerer Stärkegehalt und eine große Anfälligkeit für Krankheiten (Phytophthora) eintreten. Wenn man aber aus diesen Gründen eine allzu starke Stallmistgabe vermeidet, indem man sie durch Phosphate, auf armen Böden auch durch Kaligaben ergänzt, so erzielt man gute Ergebnisse.

Der Stallmist wird am besten im Herbst gestreut. Falls man hierzu keine Zeit mehr hat, wird er im Winter aufs Feld gefahren und dort im Frühjahr ausgebreitet und untergepflügt. Es kommt auch vor, daß der Stallmist mit den Pflanzknollen untergepflügt wird. Doch je später er untergepflügt wird, desto mehr ist eine gute Zersetzung des Stallmistes notwendig. Selbst hierdurch wird der Verlust, der durch das späte Unterpflügen verursacht wird, nicht wieder eingeholt. So erhielt z. B. Remy für Deutschland in seinen Versuchen folgendes Ergebnis (im Durchschnitt für 8 Wirtschaften): Wurde der Stallmist im Herbst untergepflügt, so betrug der Mehrertrag vom Hektar 3,76 t. Wurde die gleiche Stallmistmenge im Herbst aufs Feld gefahren (diese Menge blieb zum Frühjahr natürlich nicht dieselbe), dort in großen Mieten aufbewahrt und erst im April gestreut und untergepflügt, so betrug die Ernteteigerung nur 1,77 t.

Werner, der Verfasser eines bekannten Handbuches für Kartoffelbau, kommt zu folgendem Schluß über die Frühjahrsstallmistgabe:

„Auf Böden, die über einen Vorrat an ‚alter Kraft' verfügen, ist das Einpflügen des Stallmistes gleichzeitig mit den Knollen ohne einen unbedingten Ernteverlust möglich. Auf anderen Böden muß die Herbststallmistgabe vorgezogen werden, um die jungen Pflanzen mit genügender Nahrung zu versorgen. Die Stallmistgabe im Frühjahr unmittelbar in die Furche vor dem Pflanzen der Kartoffel auf armen und leichten Böden ist auf keinen Fall zu empfehlen, weil in diesem Fall ein starkes Wachstum des Krautes, dagegen eine geringe Knollenernte, vor allem bei Spätsorten, beobachtet wird. In solchen Fällen ist es besser, auf den Stallmist überhaupt zu verzichten und nur Mineraldünger zu geben."

Auf Grund unserer Erfahrung können wir hinzufügen, daß Stallmist, der bei Torfeinstreu gewonnen wurde, sich besser zur Frühjahrsdüngung eignet als Stallmist, der noch Strohreste enthält.

Es ist überhaupt bei Stallmistmangel wünschenswert, dessen Menge zu vermehren, indem man *entweder zur Einstreu Torf hinzu gibt* (man deckt ihn dann mit Stroh zu) oder die Mistgrube mit Torf auslegt, den fertigen Misthaufen mit Torf zudeckt usw. Dabei nimmt der Torf nicht nur den Stickstoff der Jauche gut auf, sondern *der Stickstoff des Torfes selbst wird für die Pflanzen zur Nahrungsquelle.*

Um zu zeigen, wie Kartoffeln auf eine Stallmistdüngung in Abhängigkeit vom Boden reagieren, wollen wir Zahlen anführen, die von der Versuchsstation in Charkow (Schwarzerdegebiet) und von der Versuchsstation in Radomysl (Sandbodengebiet) erhalten wurden.

	dz je ha				
Stallmistmenge	—	180	360	540	720
Knollenertrag auf Sandboden . . .	50	112	172	222	212
Knollenertrag auf Schwarzerde . .	202	217	233	245	—

In der Bedeutung der einzelnen Düngemittel ist das Bedürfnis unserer Böden (Schwarzerde wie Region der Waldböden, mit Ausnahme des Südostens) nach *phosphorsauren Düngemitteln* am häufigsten. Die Beseitigung des Phosphorsäuremangels im Boden ruft nicht nur eine Erhöhung der Erträge, sondern auch ein normales Ausreifen der Knollen und folglich auch eine bessere Stärkeablagerung hervor. Weil die Kartoffel selbst nicht besonders befähigt ist, die schwerlöslichen Phosphate aufzuschließen, so müssen wir uns bei der Auswahl der phosphorsauren Düngemittel vor allem nach den Bodeneigenschaften richten. Das *Superphosphat*, als die am leichtesten lösliche Form, kann in den meisten Fällen mit Erfolg angewendet werden, mit Ausnahme der armen Sand- und Torfböden, wo man es besser durch Thomasmehl ersetzt. *Thomasmehl* kann überhaupt als das allgemein verwendbarste phosphorsaure Düngemittel im Sinne der Brauchbarkeit für alle Böden betrachtet werden.

Dasselbe gilt in noch höherem Maße für die besten Arten der Präzipitate, wie z. B. Palmers Präzipitat.

Das *Knochenmehl* eignet sich am besten für den Kartoffelbau auf den nördlich gelegenen Böden, aber auch in dem Gebiet der ausgelaugten Schwarzerde. Für kalkreiche Böden ist es nicht geeignet. Die *Phosphorite* können auf sauren Mineralböden (Podsolböden) oder solchen, die reich an saurem Humus sind, Verwendung finden; ebenfalls auch auf solchen Schwarzerdeböden, die stark ausgelaugt sind, wenn man starke Gaben anwendet, z. B. 0,13 t Phosphorsäure je Hektar.

Mit Rücksicht auf eine Verbilligung ist es nützlich, bei Reihen- wie bei Kreuzverband eine *Düngung der einzelnen Pflanzen* durchzuführen, wobei man geringere Gaben anwenden kann. Bei der Reihendüngung kann man zweierlei Verfahren anwenden. Wenn die Knollen auf die Böschung der Furche gepflanzt werden, so wird die Düngung längs des Randes der vorhergehenden Furche eingestreut. Werden die Knollen dagegen auf die Furchensohle gepflanzt, so muß man das Düngemittel in dieselbe Furche einstreuen. Werden die Kartoffeln im Kreuzverband gepflanzt und wird jede Pflanze einzeln gedüngt, so muß man im Auge behalten, daß man die leichtlöslichen Düngemittel, wenn auch nur für eine gewisse Zeit eine Erhöhung der Konzentration der Bodenlösung oder eine saure Reaktion, z. B. durch Superphosphat, eintreten kann, mit dem Boden vermischen muß und nicht die Knolle direkt auf das Düngemittel legen darf, weil das Auflaufen der Augen dadurch geschädigt werden kann. Dies bezieht sich natürlich nicht auf Knochenmehl und auf Phosphorite.

Die *Stickstoffgaben* müssen bei uns auf den Böden außerhalb des Schwarzerdegebietes eine größere Rolle spielen als innerhalb dieses Gebietes. Dabei können außer Salpeter auch noch Ammoniaksalze, Hornspäne, Blutmehl und Kalkstickstoff (letzterer nicht unmittelbar beim Pflanzen, sondern vorher) Verwendung finden. Nach westeuropäischen Erfahrungen gibt der Salpeter bei mittleren Gaben einen Erntezuwachs von 35 dz Kartoffeln auf jeden dz Salpeter, wenn der Vorrat an Kali und Phosphorsäure im Boden gesichert und Feuchtigkeit

genügend vorhanden ist. Bei uns hatten die stickstoffhaltigen Düngemittel infolge ihres hohen Preises wenig Anwendung gefunden und die Versuche, die gemacht wurden, bezogen sich auf kleine Salpetergaben (0,5 dz); bei der Düngung der einzelnen Pflanzen in Reihen wie im Kreuzverband wurden sogar noch kleinere Mengen erprobt (0,25 dz je Hektar). Gewiß können diese Mengen eine gewisse Wirkung ausüben, aber sie können natürlich nicht die 1,5—2 dz Salpeter ersetzen, die im Westen breitgestreut werden.

Der Salpeter und die anderen stickstoffhaltigen Düngemittel verzögern bei einer stärkeren einseitigen Düngung (wie sie in Rußland aus wirtschaftlichen Gründen unwahrscheinlich ist) das Ausreifen, steigern aber den Ertrag. Sie tragen zur Anhäufung von Eiweißstoffen bei, was für Fabrikkartoffeln, aber nicht für Futterkartoffeln vermieden werden soll; sie verringern den Stärkegehalt und tragen schließlich dadurch dazu bei, daß die Kartoffel unter ihrer Wirkung längere Zeit zart bleibt und darum ihre Widerstandsfähigkeit gegen Pilzbefall (Phytophthora) geringer wird. Daher muß man bei einer Stickstoffgabe gleichzeitig für eine Ergänzung des Kali- und Phosphorsäurevorrates im Boden sorgen.

In einem der Rothamstedter Versuche in England änderten sich Ertrag und Prozentsatz an kranken Knollen in Abhängigkeit von der Düngung folgendermaßen:

	Nicht gedüngt	Mineraldüngung (ohne Stickstoff)	Dieselbe Düngung mit Zugabe von	
			$(NH_4)_2SO_4$	$NaNO_3$
Ertrag . . . . . kg	5049	9557	17082	16981
Prozent der kranken Knollen . .	3,1	3,4	6,2	7,0

Weil zwischen dem Zeitpunkt des Pflanzens und dem Eintritt eines bedeutenden Stickstoffverbrauches bei der Kartoffel ein großer Zeitraum liegt, weil die jungen Pflanzen langsam auflaufen (3—4 Wochen) und weil die Mutterknolle einen großen Nährstoffvorrat besitzt, ist auf schwach wasserhaltenden Böden bei regnerischem Wetter ein *Auswaschen des Salpeters* möglich, bevor er von den Pflanzen ausgenutzt werden kann. In diesen Fällen greift man entweder zu einer Kopfdüngung mit Salpeter (in trockenem Klima nicht anwendbar) oder dazu, daß man den Salpeter durch ein Düngemittel ersetzt, das Ammoniakstickstoff oder Stickstoff organischer Substanzen enthält.

Erscheint die Kopfdüngung unsicher, so kann man sich dadurch helfen, daß man die Zusatzdüngung beim Behäufeln der Kartoffeln mit unterbringt.

Der Salpeter hatte bei den Versuchen im Gouvernement Moskau offenbar im Zusammenhang damit eine geringere Wirkung als schwefelsaures Ammoniak und Hornspäne. Es folgen die Zahlen von 89 Versuchen für 3 Jahre (1914 bis 1916).

Ungedüngt	5,5	dz je Hektar
Volldüngung (Salpeterstickstoff)[1]	7,0	„ „ „
„ (Ammoniakstickstoff) . . .	7,5	„ „ „
„ (Hornspänestickstoff) . . .	7,5	„ „ „

In Gegenden mit mildem Herbst kann die *Gründüngung* für die Kartoffel verschieden angewendet werden: entweder wird die Pflanze, die als Gründüngung dient (Serradella), als Untersaat in die Winterung gesät, die der Kartoffel vorangeht. Sie wird dann im Herbst etwa 2 Monate nach der Getreideernte untergepflügt. Oder aber die Gründüngungspflanze (Lupine) wird nach der Getreide-

[1] Es wurden 0,11 t Salpeter je Hektar gegeben. Die übrigen Düngemittel wurden in äquivalenten Mengen gegeben (s. Aufsatz von Frau E. A. Walerjanow: Das schwefelsaure Ammonium als Kartoffeldünger. Nachr. d. Landw. 1918).

ernte gesät und im September untergepflügt, z. B. in den Gouvernements Kijew, Tschernigow, Smolensk, was schon auf dem Breitengrad von Moskau unmöglich ist.

Die Frage der *Kalidüngung* ist jetzt für uns von großem Interesse, weil im Ural reiche Kalilager (bei Solikamsk) entdeckt worden sind (Karnallit und Sylvinit). Nach zahlreichen Versuchen, die in Deutschland und in anderen Ländern gemacht worden sind, reagiert die Kartoffel stark auf eine Kalidüngung (trotzdem sie eine bevorzugte Kulturpflanze der armen Sandböden ist, erscheint sie nach der Zusammensetzung ihrer Asche als eine typische „Kalipflanze"). Zum Unterschied von Flachs, Futterpflanzen und Lupine ist es für die Kartoffel nicht gleichgültig, in welcher Form das Kali gegeben wird. Es ist besser, 30proz. Salz zu verwenden als niedriger prozentige Salze, die viel Chlornatrium enthalten (z. B. Kainit und Karnallit) und die gleichzeitig eine Herabsetzung des Stärkegehaltes verursachen, während sie die Getreideerträge steigern. Man hat gefunden, daß durch chlorhaltige Salze kleinere Stärkekörner gebildet werden, wodurch die Stärkeausbeute verringert wird. In einem Versuch von Holdefleiss wirkte die Düngung auf den Stärkegehalt der Kartoffel folgendermaßen:

ohne Düngung % Stärke	mit Stallmist % Stärke	Stallmist plus Kainit % Stärke
20,2	19,1	17,4

Wenn auch die Abnahme des Stärkegehaltes unter der Einwirkung des Stallmistes gewöhnlich durch die Ertragssteigerung in der Ernte wieder ausgeglichen wird, ist ein solcher Ausgleich bei einer Düngung mit Kainit weniger gesichert. Es ist interessant, daß in dem oben angezogenen Versuch der Kainit eine Stickstofferhöhung in der Zusammensetzung der Kartoffel, insbesondere des Amidstickstoffes, verursachte:

	% des gesamt. Stickstoffes	a. d. Amide entfallen % d. ganzen Stickstoffes
Ohne Kainit . .	0,73	26,5
Mit Kainit . . .	1,24	49,2

Die Kartoffel, die mit Kainit gedüngt wurde, erinnerte in ihrer Zusammensetzung an eine unreife Kartoffel. Infolgedessen kann eine zu große Anwendung von Kainit auf den Geschmack der Kartoffel ungünstig einwirken. Deswegen wird es sich empfehlen, den Kainit zu der Vorfrucht der Kartoffel, z. B. dem Getreide, oder mindestens schon im Herbst zu geben.

Dann waschen die Herbst- und Frühjahrsniederschläge die Chloride, die im Karnallit und Kainit enthalten sind (NaCl, $MgCl_2$), aus. Auch das Kaliumchlorid, das sich mit den Bodenzeolithen umsetzt, gibt an diese sein Kali ab, das der Boden aufnimmt. Das Chlor aus den Produkten dieser Umsetzung (Chlorkalzium u. a.) wird durch die Wirkung der Niederschläge aus der Ackerkrume allmählich ausgewaschen.

Karnallit darf dagegen nur zu anderen Kulturen gegeben werden. Werden die Wiesen mit Karnallit gedüngt, so enthält der Stallmist mehr Kali und dadurch hat auch die Kartoffel unmittelbar Vorteile. Wenn es nötig ist, Kali in größeren Mengen und unmittelbar vor dem Pflanzen der Kartoffel zu streuen, so ist es besser, 30—40% Kalisalz als Kainit zu geben.

Die schlechte Wirkung der Düngung mit *städtischen Abfällen* auf die Kartoffel wird außerdem auch dadurch erklärt, daß diese Abfälle bei einseitigem Überwiegen des Stickstoffes bedeutende Mengen an Chlorverbindungen enthalten (NaCl). Am besten werden die Exkremente dadurch verwendet, daß man sie zur Bereitung von *Torfkompost* benutzt, indem man diesem auch noch Phosphate hinzufügt; setzt man dem Kompost Asche hinzu, so darf man nicht außer acht lassen, daß sie rund 3% Phosphorsäure enthält.

Die anderen Kalidüngemittel, wie schwefelsaures Kali, Pottasche und Holzasche, haben auf den Stärkegehalt keine ungünstige Wirkung und können mit

Erfolg angewendet werden. Man muß jedoch auch hier feststellen, daß die Kartoffel auf Lehm- und Schwarzerdeböden lange nicht immer in dem Maße auf eine Kalidüngung reagiert, als man es nach der Zusammensetzung ihrer Asche, die zur Hälfte aus Kali besteht, annehmen könnte. Nur auf armem sandigen Lehm, lehmigen Sand- und Podsolböden tritt das Kalibedürfnis (als Ergänzung zur Stallmistgabe) augenfälliger in Erscheinung und kann sogar in den Vordergrund treten. Das gleiche gilt auch für trockengelegte Moore, wo vor allem die Asche dem Kainit vorzuziehen ist.

Man muß ferner bemerken, daß eine *Düngung mit Asche* zu Kartoffeln und zu anderen Kulturpflanzen bei einer größeren Gabe, als man es nach dem Kaligehalt annehmen sollte (z. B. 7,5—15 dz anstatt 2,5 dz je Hektar), eine sehr gute Wirkung auf nördlichen Bodenarten ausübt. Diese erklärt sich durch die indirekte Wirkung der Asche, die reich an Basen (K_2CO_3, $CaCO_3$, $CaSiO_3$) ist, und durch die Wirkung der Phosphorsäure, obgleich diese in der Asche weniger enthalten ist als Kali.

Für nördliche Böden (in feuchtem Klima bei Mangel der erwähnten Basen im Boden) hat man sogar Beispiele, wo eine *staudenweise* Kartoffeldüngung mit Asche gute Erfolge gezeigt hat. Man nimmt ein Gemenge von Asche und Erde im Verhältnis von 1 : 1 und legt eine Handvoll davon unter jede Knolle. Im Schwarzerdegebiet muß man mit der Anwendung der Asche vorsichtig sein. Es ist überhaupt ratsam, die Asche mit der ganzen Bodenmasse zu mischen, nicht nur, um die Konzentration zu verringern, sondern auch im Interesse der günstigen Einwirkung der Asche auf den Boden.

Gibt man jedoch 7,5 dz je Hektar, so hat man damit auch genügend Phosphorsäure gegeben.

Daraus folgt, daß man eine günstige Wirkung am häufigsten erwarten darf, wenn die Kartoffel auf Schwarzerdeböden mit Phosphaten, auf sandigem Lehm mit stickstoffhaltigen und phosphorsauren Düngemitteln gedüngt wird. Auf ärmeren Böden dagegen muß man für Kaligaben, jedoch in geeigneter Form und mit den erforderlichen Vorsichtsmaßregeln Sorge tragen. Die Versuche des Moskauer Landstandes[1] im Jahre 1909 haben deutlich gezeigt, *daß die Kartoffel auf mineralische Düngung stärker als die Getreidearten reagiert.* Die Anwendung dieser Düngemittel war in vielen Fällen rentabel.

So wurde im Kreise Bronniza auf lehmigem Sand durch eine Volldüngung eine mittlere Ertragssteigerung von 3,94 t Knollen hervorgerufen, abgesehen davon, daß der Salpeter bei dieser Düngung nur sehr wenig beteiligt war[2].

Die Ursache für diese *große Reaktion der Kartoffel auf die Düngung* ist nicht nur in einem größeren Nährstoffverbrauch zu suchen, sondern auch in den günstigeren physikalischen Bedingungen, die durch diese Kultur geschaffen werden. Während die Verschlämmung des Bodens, die bei der Winterung im Norden häufig vorkommt, eine Wirkung der Düngung unterdrückt, sichert hier die Frühjahrsarbeit und das spätere Hacken zwischen den Reihen der Luft den Zutritt in den Boden.

Es ist interessant, daß Deutschland, welches die doppelten Kartoffelerträge erreicht hat wie Rußland, in der gleichzeitigen Anwendung von Stallmist und mineralischen Düngemitteln doch noch ein Mittel zur weiteren Steigerung der Erträge sieht. Nach vor dem Kriege ausgeführten Versuchen in Posen und Pommern gibt die mineralische Düngung eine ebensolche Kartoffelerntesteigerung, wie sie bei uns im Kreise Bronniza im Gouvernement Moskau erreicht wurde.

---

[1] Selbstverwaltungsorgan, entspricht etwa unseren Landwirtschaftskammern. (Anmerkung des Herausgebers.)

[2] Siehe: Unterlagen aus dem Versuchswesen im Gouvernement Moskau 2. 1911.

Während man aber in Deutschland in diesen Versuchen „den Weg zu einer weiteren mächtigen Entwicklung des Kartoffelbaues" sieht, wurden sie aus unbegreiflichen Gründen bei uns vor dem Kriege sogar von der technischen Seite als unbedeutend betrachtet (hier spreche ich nicht von der Rentabilität — dieser Faktor ist zu veränderlich).

Die *Kalkgabe* wird mehr durch die Bodeneigenschaften (z. B. schwerer Lehm) als durch das Verhalten der Kartoffel zum Kalk bedingt. Es ist nicht ratsam, die Kartoffel unmittelbar vor dem Pflanzen mit Kalk zu düngen, weil die Gefahr dadurch vergrößert wird, daß die Kartoffel an Schorf erkrankt (eine lokale Infektion, die mit wiederholter Bildung der Korkschicht verbunden ist).

Unsere deutschen Erfahrungen scheinen im Gegensatz hierzu zu stehen. Man glaubt die Beobachtung gemacht zu haben, daß der Kalk im ersten Jahre nach der Anwendung das Auftreten des Schorfes weniger begünstigt als in den folgenden Jahren. Daher wäre eine Kalkung unmittelbar vor dem Pflanzen der Kartoffel oder gar als Kopfdüngung zu empfehlen. Es empfiehlt sich aber, die Kalkgabe in einer Rotation unmittelbar nach Kartoffeln anzuwenden. Diese ganze Frage hängt jedoch mit der Reaktion des Bodens, der verabreichten Gabe an anderen Düngemitteln und den Bodenverhältnissen eng zusammen. (Anmerkung des Herausgebers.)

Die Kartoffel verträgt überhaupt die schwachsaure Bodenreaktion besser als die alkalische.

Schließlich wollen wir darauf hinweisen, daß die Kartoffel, wo sie zur Spiritusherstellung angebaut wird und die Nebenprodukte dabei in derselben Wirtschaft verfüttert werden, als eine ideale Pflanze in dem Sinne erscheint, daß dem Boden alles das in vollem Maße wiedergegeben wird, was man ihm entzogen hat.

7. Die Stellung der Kartoffel in der Fruchtfolge.

Die Frage der Stellung der Kartoffel in der Fruchtfolge wird dadurch vereinfacht, daß sie einmal *mit sich selbst verträglich* ist und daß man die Möglichkeit hat, sie mit Stallmist zu düngen. Deswegen kann die Kartoffel eigentlich nach jeder Pflanze angebaut werden. Man hat genügend Beispiele dafür, daß die Kartoffel erfolgreich ohne Abwechslung mit anderen Pflanzen im Laufe sehr langer Zeiträume gebaut werden kann. Dabei blieben die Erträge auf guter Höhe (90—100 dz/ha), wenn man regelmäßig düngte. Aber es ist besser und zielbewußter, die Kartoffel im Fruchtwechsel anzubauen, um die günstige Wirkung dieser Kultur auf die Erträge anderer Pflanzen auszunutzen. Dieses sei als Regel betrachtet. Bis zu den 40er Jahren des verflossenen Jahrhunderts begann man die Fruchtfolge besonders gern mit der Kartoffel; d. h. man pflanzte sie bei reichlicher Stallmistgabe auf den Brachschlag, wobei in mildem Klima Winterung folgte (bei einer Dreifelderwirtschaft ohne Brache). Die Verbreitung der *Kartoffelkrankheit* (Phytophthora) in Europa zwang in vielen Fällen dazu, den Kartoffelschlag nicht mehr als die geeignetste Stelle in der Fruchtfolge (in einer Wirtschaft ohne Brache) zur Unterbringung des Stallmistes, der für die ganze Fruchtfolge berechnet war, zu betrachten. Abgesehen davon, daß wir nicht so reich an Stallmist sind, daß wir uns vor einem Überfluß an solchem fürchten müßten, spricht bei uns auch noch ein anderer Grund gegen eine solche Unterbringung und gegen die Bestellung der Kartoffel vor der Winterung. Die Kartoffel verläßt im größten Teil Rußlands das Feld später, als die Winterung bestellt wird.

Im Norden des Schwarzerdegebietes wird die Einführung der Kartoffelbrache nicht nur durch die technische Unmöglichkeit, eine Winterung auf dem Acker zu bestellen, der noch mit Kartoffeln besetzt ist, gehemmt, sondern es wird auch noch außerdem beobachtet, daß die Austrocknung des Bodens durch die Kartoffel zu stark wird (im Vergleich zur unbestellten Brache). Außerdem wird der Nitratgehalt des Bodens herabgesetzt, wenn

kein genügender Zwischenraum zwischen der Kartoffelernte und der Bestellung des Ackers mit Winterung vorhanden ist. Dies hat sich anschaulich in folgenden Relativzahlen der Versuchsstation Schatilowo[1] (Gouvernement Tula) gezeigt:

	Roggenernten	
	mit Stallmist	ungedüngt
Nach Vollbrache (April) .	100	100
„ Kartoffelbrache . .	76	60
„ Wickenbrache . . .	89	70

Auf dem Versuchsfelde in Cherson dagegen, wo die Vegetationsperiode länger ist, hat man gefunden, daß die Kartoffelbrache in nichts einer Wickenbrache nachsteht. Jedenfalls übertreffen die Roggenernten sowohl nach der einen wie auch nach der anderen Brache die Roggenernten nach Grünbrache, sind aber niedriger als die Ernten nach Vollbrache (nach dem Westen hin verringert sich auch dieser Unterschied).

Eine Ausnahme ist nur dann gegeben, wenn wir die Möglichkeit haben, große Mengen an Frühkartoffeln zu verkaufen (z. B. im Gouvernement Moskau).

Es ist möglich, daß die Einführung des Sommerroggens in der Moskauer Gegend (im Sandgebiet bei Malachowka) teilweise als eine Folge des Gegensatzes zwischen den Interessen des Kartoffelbaues und denen des Winterroggenbaues erscheint, der von den Wirtschaften in der Umgebung Moskaus zugunsten der Kartoffel und der bestellten Brache entschieden ist.

Im Süden dagegen ist die Kartoffelbrache auch bei der Ernte völlig ausgereifter Kartoffeln möglich.

Am häufigsten wird die Kartoffel nach Winterung, die Volldüngung erhalten hat, angebaut. Bei einer Dreifelderwirtschaft entsteht dadurch die Unbequemlichkeit, daß der Boden, der durch die Kartoffel gelockert und völlig rein von Unkräutern ist, ganz ungenutzt in den Brachezustand übergeht. Daher bewirkte die Einführung des Kartoffelbaues im *Gebiet der Schwarzerde* den Übergang zu der dort verbreiteten Vierfelderwirtschaft: *Brache — Winterung — Kartoffeln — Sommerung.*

Für das *Gebiet der Waldböden*, wo mehr Stallmist benötigt wird, eignet sich diese Fruchtfolge weniger. Hier muß man dem Umstand Rechnung tragen, daß die Kartoffel in solche Fruchtfolgen eingeführt wird, in denen auch gleichzeitig Klee angebaut wird.

Für *Westeuropa* wird diese Frage durch die typische Vierfelderwirtschaft des *Norfolker Typs* gelöst: *Kartoffeln — Sommerung — Klee — Winterung.* Bei uns dagegen muß man bei der 2jährigen Nutzung des Klees und bei dem Bestreben, vor der Winterung eine Brache zu haben, eine ausgedehntere Fruchtfolge einrichten, z. B. eine Sechsfelderwirtschaft: Brache — Winterung — Kartoffeln — Sommerung — Klee — Klee oder eine Siebenfelderwirtschaft, wenn nach dem Klee das Feld noch mit einer Sommerung bestellt wird, z. B. Flachs.

Bei 2jähriger Nutzung des Klees ist es jedoch möglich, den größeren Prozentsatz der Fläche unter Kartoffeln zu halten, wenn man die Zahl der Schläge auf 5 (statt 6 oder 7) herabsetzt.

1. Bei dem Ersatz der Vollbrache durch Kleebrache: Kartoffeln — Sommerung — Klee — Halbbrache mit Klee — Winterung[2].

2. Bei Verringerung der Kleefläche und bei 2facher Wiederkehr der Kartoffel auf der Hälfte eines dieser Felder (verdeckte Zehnfelderwirtschaft). Die Vollbrache bleibt bestehen (Fruchtfolge von A. G. Dojarenko): Brache — Winterung — Kartoffeln/Klee — Kartoffeln/Klee — Sommerung.

3. Zu dem gleichen Verhältnis der Kartoffelfläche zu den Flächen anderer Kulturpflanzen kann man auch ohne Halbierung der Felder dadurch gelangen, daß man nur jedes zweite Jahr Futterpflanzen einsät (wie in der Jaroslawer Frucht-

[1] Lissizin: Arbeiten der Versuchsstation Schatilowo, 2. Serie Nr 2. 1916.

[2] Auf diese Fruchtfolge wurde vom Verfasser im Jahre 1921 hingewiesen (Die Kartoffel, Ausgabe des Agrardienstes der Nordbahn, Moskau 1921).

folge — siehe im Kapitel über Klee). Dann haben wir 4 Felder in einer regelrechten Fruchtfolge, z. B. Brache — Roggen — Kartoffeln — Sommerung und einen 5. Schlag außerhalb der Fruchtfolge mit Kleegras. Dieser letztere kann je nach Wunsch nach 2 oder 3 Nutzungsjahren umgelegt werden, nachdem man das Kleegras auf einem anderen Schlage ausgesät hat. Nutzt man das Grünland 2 Jahre, so erscheint diese Fruchtfolge ebenfalls als eine verdeckte Zehnfelderwirtschaft: Brache — Roggen — Kartoffeln — Sommerung — Klee — Klee — Brache — Roggen — Kartoffeln — Sommerung.

Es wurde sogar geplant, die Kartoffel unmittelbar in die Jaroslawer Fruchtfolge einzuführen, indem man sie im Bracheschlag unterbrachte (Woleiko). Im Raum erhalten wir 4 Felder: Kartoffeln — Roggen — Klee — Sommerung. In Wirklichkeit aber haben wir es hier mit einer 8jährigen Fruchtfolge auf jedem Felde zu tun: Kartoffeln — Roggen — Klee — Klee — Sommerung — Kartoffeln — Roggen — Sommerung. Auf diesen Fall bezieht sich jedoch alles weiter oben Gesagte über die Unbequemlichkeit des Kartoffelbaues auf dem Bracheschlag im nördlichen Rußland.

Die *intensiven Vierfelderwirtschaften* mit 50% Kartoffelfläche eignen sich in Deutschland für diejenigen Wirtschaften, die in der Nähe einer Eisenbahnstation liegen (Störmer). Dabei hat man nicht eine Verteilung der Kartoffelfläche über die ganze Ackerfläche im Auge, sondern eine Konzentration der Kartoffelfläche in einer besonderen Fruchtfolge mit 50% Kartoffelfläche (infolge des teuren Transports dieser schweren Ware): Kartoffeln — Winterung mit Lupine als Untersaat zur Düngung — Kartoffeln — Sommerung mit Serradella als Futter oder Düngung. Hier haben wir 6 Pflanzen in 4 Jahren mit einer strengen Erfüllung der Regel, die Kartoffeln auf Leguminosen folgen zu lassen; dies verringert den Bedarf an Stallmist und Salpeter.

Bei uns kann diese Fruchtfolge dort angewendet werden, wo die erste Kartoffel als Frühkartoffel guten Absatz finden kann. Was die Untersaat von Leguminosen betrifft, so ist zu untersuchen, in welchen Gegenden sich hierfür die verschiedenen Arten — Serradella, Gelbklee, Rotklee, Lupinen u. a. — am besten eignen, aber diese Maßnahme ist nur im südwestlichen Viertel Rußlands möglich.

So wurde von der Versuchsstation Nossowka (Gouvernement Tschernigow) eine günstige Wirkung des Stoppelklees auf die Kartoffel festgestellt:

Vorfrüchte		Kartoffelertrag dz
Hauptfrucht	Zwischenfrucht	
Gerste zur Körnergewinnung	—	73,5
„ „ „	Gerste zu Grünfutter	66,0
„ „ „	Klee	98,5

Auf den Sandböden in den Gouvernements Tschernigow, Kijew und den Nachbargebieten spielt dieselbe Rolle die Stoppellupine, die nach der Roggenernte gesät und im September (für die nächstjährige Kartoffelbestellung) untergepflügt wird. So brachte auf der Versuchsstation Nowosybkow die Kartoffel unter der Einwirkung dieser Maßnahme 29 dz mehr (110 dz/ha gegen 81,5 dz ohne Lupine). Eine ähnliche Wirkung rief auch die Gründüngung mit Serradella hervor.

Wir wollen hier noch eine intensive Zweifelderwirtschaft mit 3 Pflanzen in 2 Jahren hervorheben: Kartoffeln — Roggen — Stoppellupine — die nach den Versuchen von Professor Budrin in Nowaja-Alexandria im Laufe von 20 Jahren gute Erträge brachte (150 dz Kartoffeln und 15 dz Roggen je Hektar) und dies ohne Zugabe anderer Düngemittel außer der untergepflügten Lupine. Ein solcher Fall wird sich natürlich auf armen Sandböden nicht wiederholen lassen. Dort

ist eine Phosphorsäure- und Kalidüngung erforderlich. Aber diese Aufeinanderfolge an sich verdient Beachtung für diejenigen Gebiete, die einen milden Herbst haben, vor allem für den Kleingrundbesitz.

Außer der Stoppellupine eignen sich als Vorfrucht auf Sandböden für Kartoffeln Lupinen zur Körnergewinnung.

Manchmal finden in feuchtem Klima *mehrjährige Futterpflanzen* als gute Vorfrucht für Kartoffeln Verwendung, nach denen die Kartoffel günstige Bedingungen für ihre Entwicklung vorfindet, z. B. Brache — Roggen — Klee — Klee — Kartoffeln — Hafer (Lettland).

Seltener wird die Kartoffel nach Hackfrüchten angebaut. Dieses ist in intensiveren Fruchtfolgen, die für in der Nähe des Wirtschaftshofes belegene Grundstücke bestimmt sind, der Fall, z. B. Tabak—Tabak—Kartoffeln, wobei der Stallmist zum Tabak gegeben wird (Gouvernement Tschernigow). Nach stark gedüngtem Hanf baut man manchmal zweimal Kartoffeln ohne Düngung oder es folgen zuerst Wurzelfrüchte, nach ihnen Kartoffeln (z. B. Hanf mit Stallmist — Futterrüben — Kartoffeln).

Auf Kartoffeln folgen meistens Sommergetreidearten, Hülsenfrüchte zur Körnergewinnung, Ölfrüchte und Faserpflanzen. Von den Wintergetreidearten gedeiht nach Kartoffeln Weizen besser als Roggen, weil er später als dieser gesät werden kann. Der Roggen kann sich bei später Einsaat nicht genügend bestocken und außerdem stellt der Weizen offenbar nicht die gleichen Ansprüche an den Bodenschluß wie der Roggen.

8. Die Bodenbearbeitung.

Die Kartoffel verlangt eine *tiefere* Bodenbearbeitung als die Getreidearten. Ihre Ansprüche sind jedoch lange nicht so groß wie diejenigen der Wurzelfrüchte. Nach westeuropäischen Normen verlangt die Kartoffel eine Tiefenlockerung von 22—27 cm. Bei uns dagegen wird diese nicht so häufig angewendet, teils wegen der Besonderheiten unserer Böden (Schwarzerde), teils wegen der Schwierigkeiten, diese tiefe Bearbeitung überhaupt durchzuführen. Auf der Schwarzerde, die sich durch größere Porosität und Mächtigkeit auszeichnet, bringt eine tiefere Bearbeitung der Ackerkrume nicht die Ergebnisse, die in den westeuropäischen Gebieten erzielt werden. So brachte eine Lockerung in den Versuchen von GIRARD (Frankreich), welche die in der Praxis zu erreichenden Grenzen überschritt, eine bedeutende Ertragssteigerung. Bei uns dagegen konnte die Versuchsstation in Besentschuk keine Wirkung einer Vertiefung der Ackerkrume, die 13—18 cm überschritt, feststellen. Von der Versuchsstation in Poltawa wurde bei Vertiefung der Ackerkrume von 13 auf 27 cm eine Ertragssteigerung von 11 dz je Hektar (rund 16%) beobachtet. Dabei hat diese größere Tiefenlockerung eine größere Bedeutung in Jahren mit feuchtem Herbst als bei zu geringen Herbstniederschlägen. Auf der Versuchsstation Schatilowo beobachtete WIENER eine größere Wirkung einer Vertiefung der Ackerkrume im Herbst, und zwar:

Tiefe der Ackerkrume . . cm	7	13	20	27
Ertrag . . . . . dz/ha	84	94,5	108,5	113,5

Weil man auch wirtschaftliche Überlegungen im Auge hat, wird im Schwarzerdegebiet der Acker zu Kartoffeln nicht tiefer als auf 13—18 cm gepflügt. Außerhalb der Schwarzerde verlangen am meisten die schweren Lehmböden eine Vertiefung der Ackerkrume. Um hierbei keinen „toten" Boden an die

Oberfläche zu bringen, läßt man auf den Pflug den Untergrundlockerer folgen, der die Pflugsohle auf 6—9 cm lockert. Wenn man keinen Untergrundlockerer besitzt, so wird von mancher Seite empfohlen, die Furchensohle mit dem Pfluge noch ein zweites Mal zu durchfahren.

Die *Tiefe der Ackerkrume* hängt außer von den Bodeneigenschaften und den betriebswirtschaftlichen Überlegungen zum Teil auch von den nachfolgenden Kulturmaßnahmen ab, *und zwar, je weniger die Kartoffel gehäufelt wird, desto tiefer muß sie gepflanzt, desto tiefer muß gepflügt werden und umgekehrt.* Bei starker Häufelkultur fällt ein Teil dieser Gründe für tieferes Pflügen weg.

Normalerweise muß die Bodenbearbeitung im Herbst mit dem Stoppelschälen nach der Ernte der Vorfrucht beginnen. Hierzu benutzt man am besten einen mehrscharigen Pflug. Später wird zum zweitenmal im Herbst auf größere Tiefe gepflügt, wobei auch der Stallmist, sofern er im Herbst gegeben wird, untergebracht wird; dies gelingt bei uns selten. Oft begnügt man sich mit einer einmaligen Pflugfurche im Herbst, indem man das zweite Pflügen bis zum Frühjahr verschiebt, um dann auch den Stallmist unterzubringen, der im Laufe des Winters herausgefahren worden ist.

Je trockener das Klima und je kürzer das Frühjahr, um so mehr muß die Pflugarbeit auf den Herbst verlegt werden. Manchmal zieht man in solchen Fällen im Frühjahr eine nur oberflächliche Bearbeitung des Bodens vor, ohne die Ackerkrume zu wenden; abgesehen von dem Wenden, das durch die Pflanzmethode der Knollen hervorgerufen werden kann. Wenn man überhaupt die Pflugarbeit bis zum Frühjahr verschieben muß, so muß man im Frühjahr möglichst zeitig pflügen. Im Schwarzerdegebiet muß die Bodenbearbeitung zu Kartoffeln unbedingt schon im Herbst beginnen. Sogar dort, wo zur Sommerung im Herbst nicht gepflügt wird, wird für die Kartoffel eine Ausnahme gemacht, weil sie in dieser Hinsicht eine besonders anspruchsvolle Pflanze ist.

9. Das Pflanzgut.

Die *Kartoffelvermehrung* erfolgt meistens durch *Knollen*, mitunter auch durch Knollenteile. Manchmal werden Stengelteile (Keime, Stecklinge) benutzt. Von der Vermehrung durch Samen war oben bereits die Rede.

Bei der Vermehrung der Kartoffel durch *ganze Knollen* entsteht die Frage nach der *Bedeutung* der Größe der Saatknollen. Wenn man bei gleichmäßigen Abständen zwischen den Knollen einen Vergleich zieht, so bringen die großen Knollen, wie sämtliche Versuche zeigen, sowohl nach der Knollenanzahl wie auch nach dem Knollengewicht die höchsten Erträge. Als Beispiel wird hier einer der vielen Versuche von Wollny in dieser Richtung angeführt. Die Zahlen geben die Erträge unter Abzug des Pflanzgutgewichtes an.

	Knollengewicht in Gramm	Netto-Ernte in Gramm (von 23 Stauden)	Ernte war Vielfaches der Aussaat
Die Fläche, die jeder Pflanze zur Verfügung stand, betrug 3600 qcm.	97	6667	3,9
	70	5586	4,5
	49	4609	5,0
	28	4133	7,0

Bei der Berechnung auf das Vielfache der Aussaat ergeben die kleinen Knollen, wie wir sehen, eine relativ hohe Ernte. Die absolute Ernte dagegen ist bei den großen Knollen mehr als 1,5 mal so hoch. Die höhere Ertragsfähigkeit der großen Knollen erklärt man dadurch, daß jedem einzelnen Auge, deren Zahl hier größer ist als bei den kleinen Knollen, mehr Masse und folglich auch mehr Nährstoffe zur Verfügung stehen. Dadurch laufen die Keime rascher und kräftiger auf.

So stand nach den Berechnungen von Wollny nebenstehende Knollenmasse jedem Auge durchschnittlich zur Verfügung.

	Bei großen Knollen	Bei mittleren Knollen	Bei kleinen Knollen
	g	g	g
Fall a . . .	13,7	8,5	5,5
Fall b . . .	10,8	6,9	5,4

Wenn man sogar den Unterschied in der Menge der Reservestoffe dadurch beseitigt, daß man gleich große Ausschnitte von Knollen verschiedener Größe annimmt, werden sich doch die Erträge zugunsten der großen Knollen unterscheiden. So erhielt Wollny[1] folgende Ergebnisse, wenn er Ausschnitte von 25 g entnahm:

	Von großen Knollen	Von mittleren Knollen	Von kleinen Knollen
	g	g	g
Ertrag . . .	6990	6791	5995

Solche Ergebnisse lassen darauf schließen, daß die Nachkommen großer Knollen sich energischer entwickeln können nicht nur infolge einer besseren Ernährung in der Jugendzeit, sondern auch infolge erblicher Eigenschaften[1].

In dem oben angeführten Versuch wurde jeder Knolle dieselbe Fläche zur Verfügung gestellt, und zwar 3600 qcm. Vom Wirtschaftsstandpunkt wäre es wichtig zu wissen, welchen Ertrag man erhält, wenn man *kleinen Knollen* entsprechend ihrem geringeren Gewicht auch *kleinere Standräume* zuteilen würde. Wenn z. B. bei gleichem Gewicht des gesamten Pflanzgutes im Vergleich zu den großen Knollen eine größere Zahl kleinerer Knollen gepflanzt würde, die auf derselben Fläche dichter stehen müßten. Die Antwort hierauf würde verschieden ausfallen, teils als Folge besonderer Eigenschaften des Pflanzgutes, teils als Folge der Entwicklungsbedingungen der Pflanzen je nach Boden und Klima.

Im allgemeinen muß man sagen, *daß, je besser der Boden und je besser die Wachstumsbedingungen überhaupt sind, um so mehr Grund (auch Möglichkeit) besteht, größeres Pflanzgut zu verwenden und die Knollen in größeren Abständen voneinander zu pflanzen.*

Und umgekehrt: Baut man Kartoffeln in großen Abständen an, um zwischen den Reihen bequem über Kreuz hacken zu können, so muß man gut düngen und große Knollen pflanzen.

Auf ärmeren Böden dagegen, wo man die Kartoffeln wegen der spärlicheren Entwicklung der einzelnen Pflanzen dichter pflanzen muß, sind kleinere Knollen angebrachter. Außerdem finden wir in den Versuchen von Wollny verschiedene Entscheidungen in der oben gestellten Frage je nach der Sorte:

	Knollenzahl	Raum für eine Pflanze in qcm	Gesamtgewicht des Saatgutes g	Ertrag g
Frühe blaue . . .	23 große	3600	2805	*9714*
„ „ . . .	46 kleine	1800	2815	*7980*
Regensburger . . .	23 große	3600	2245	*8912*
„ . . .	45 kleine	1800	2275	*10045*
Weiße Nieren . .	17 große	3600	1455	*7724*
„ „ . .	34 kleine	1800	1450	*10540*

Hieraus kann man ersehen, daß die Ernte großer Knollen sogar viel geringer ausfallen kann als diejenige halb so großer, wenn man diese halb so weit voneinander gepflanzt werden. Wir müssen jedoch bemerken, daß die Qualität der Ernte im zweiten Fall geringer war. Die geringe Größe des Pflanzgutes brachte in der

[1] Siehe Wollny: Saat und Pflege, S. 89.

Ernte wieder kleine Knollen und nur durch die große Zahl dieser kleinen Knollen hat die Gesamternte zugenommen.

Außerdem müssen wir noch bemerken, daß eine halb so weite Pflanzung halb so großer Knollen im übrigen bis zu einem gewissen Grade eine willkürliche Maßnahme darstellt. Man müßte Knollen verschiedener Größen bei einer optimalen Pflanzweite für jede Größe miteinander vergleichen.

Zur Ergänzung der Angaben von Wollny wollen wir noch entsprechende Ergebnisse anführen, die von der Versuchsstation Schatilowo erhalten wurden: Wenn Knollen verschiedener Größe bei *gleicher* Entfernung (53×53 cm) untersucht wurden, so lieferten die größten Knollen die höchsten Erträge:

	Pflanzgut dz/ha	Rohertrag dz/ha	Reinertrag dz/ha	Stärke %	Knollenzahl je Staude
Große Knollen (164 g) . . .	57,6	297	240	18,4	15
Mittlere Knollen (83 g) . . .	27,7	212	182	18,4	10
Kleine Knollen (49 g)	17,2	181	248	19,1	9

Wurde dagegen die Pflanzweite für die kleinen Knollen verringert, so stieg der Ertrag und konnte sogar den Ertrag der großen Knollen überflügeln:

	Pflanzweite cm	Pflanzgut dz/ha	Rohertrag dz/ha	Reinertrag dz/ha	Stärke %
Knollengewicht 49 g	53×26	34	298	270	19,9
„ 49 g	53×35	23	270	224	19,0
„ 49 g	53×53	17	186	168	19,1

Das heißt, es stellte sich als vorteilhafter heraus, kleinere Knollen (49 g) zu verwenden und sie enger zu pflanzen als Knollen von 83 g in einer Entfernung von 53 × 53 cm.

Hat man besondere Schläge zur Pflanzgutgewinnung, die mit normalen Knollen bepflanzt werden, so kann man die ungünstige Wirkung des kleinen Saatgutes, das manchmal unter der Wirkung der hohen Kartoffelpreise in schlechten Jahren aus wirtschaftlichen Gründen zur Bestellung verwendet wird, vermeiden.

Übrigens ist der Ausgleich der Knollengröße durch dichteres Pflanzen kleinerer Knollen nur bis zu einem gewissen Grade möglich.

Ähnliche Ergebnisse wurden von der Versuchsstation in Besentschuk und einer Reihe anderer Versuchsstationen mit gewissen Unterschieden im Zusammenhang mit den Bodenverhältnissen usw. erzielt, weil die Aussaat zu kleiner Knollen, wenn dies zur Regel wird, zur Herabminderung des Ertrages führen kann, zu einer negativen Auslese, die nach deutscher Bezeichnung zu einer „Entartung" oder „Herabzüchtung" führt. Fruwirth gibt folgende Tatsachen aus seinen Versuchen an:

	Mittlere Ernte von 1 Pflanze in Gramm		
	I	II	III
Große Knollen von großen Pflanzen . .	622	672	662
Kleine Knollen von denselben Pflanzen	445	360	137
Kleine Knollen von kleineren Pflanzen .	86	28	78

Infolge des hohen Preises für große Knollen empfiehlt die Mehrzahl der Autoren *mittelgroße Knollen* zum Anbau. So hält es Remy für richtig, daß das Gewicht der Pflanzknollen nicht weniger, aber auch nicht mehr als 80 g betragen soll.

Bei *französischen Schriftstellern* findet man oft als mittelgroße Knollen solche von der Größe eines „Hühnereies" bezeichnet, worunter man Knollen von 50—60 g versteht, was einem 100-Knollengewicht von 5—6 kg entspricht.

Siehe z. B. Mottet: La pomme de terre, 1920 (Maison Vilmorin). Bei uns wird der Name „mittlere Knolle" von verschiedenen Autoren leider sehr verschieden gebraucht. Es würde jedoch ratsam sein, für unsere Verhältnisse unter dem Namen „mittlere Knolle" Knollen zu verstehen, die 60 g nicht überschreiten.

Welche Rolle die Knollengröße bei dem Pflanzgutverbrauch je Hektar spielt, zeigt nebenstehende Tabelle.

Knollenform Abstände in cm	klein dz/ha	mittel dz/ha	groß dz/ha
62 × 62	8,4	16,8	25,2
58 × 58	9,7	19,5	29,2
53 × 53	12,0	24,0	36,0
49 × 49	14,2	28,5	42,7
44 × 44	16,3	32,7	49,0

In dieser Tabelle von Woltschansky sind als mittlere Knollen solche angenommen, von denen 100 Stück 6,5 kg wiegen, als kleine solche mit einem 100-Knollengewicht von 3,25 kg und als große solche mit einen 100-Knollengewicht von 9,8 kg.

Daraus ergibt sich, daß wirtschaftliche Überlegungen eine Verwendung großer Knollen nur bei einer großen Pflanzweite, die auf fruchtbaren Böden möglich ist, zulassen.

Bevor wir zur Besprechung der Kartoffelvermehrung durch *Knollenteilung* übergehen, ist es notwendig, daß wir zuerst bei der Betrachtung der *Bedeutung der verschiedenen Augen*, je nachdem, ob diese oben, in der Mitte oder unten angelegt sind, für die Entwicklung der Keime stehenbleiben. Zahlreiche Versuche zeigen, daß die oberen Augen schneller wachsen und kräftigere Keime ausbilden. So fand Wollny in einem ähnlichen Versuch folgende Ergebnisse, wobei er eine Knolle unter Tageslicht keimen ließ:

	mm		mm
Die Keime der oberen Augen hatten eine Länge von	13,7	bei einem Durchmesser von	6,4
„ „ „ mittleren „ „ „ „ „	6,2	„ „ „ „	4,0
„ „ „ unteren „ „ „ „ „	4,0	„ „ „ „	2,0

Wollny schnitt daraufhin einzelne Augen mit völlig gleicher Gewichtsmenge (50 g) heraus und pflanzte diese einzelnen Stücke aus. Es ergab sich ein großer Unterschied in der Ernte. Die oberen Augen brachten in der Ernte 10500 g, die mittleren 9300 g und die unteren nur 5800 g. Wodurch läßt sich die Erscheinung erklären, daß die oberen Augen, die, wie wir wissen, viel dichter als die unteren angelegt sind und denen eine viel geringere Nährstoffmenge zur Verfügung steht, doch kräftigere und bedeutend höhere Erträge bringen? Die Erklärung hierfür findet man teils darin, daß das Parenchym der Rinde der unteren Knollenteile um die Augen herum stark entwickelt ist und die Augen stark zusammendrückt. Außerdem enthält dieser Knollenteil als der ältere Teil weniger Eiweißstoffe und verfügt über eine geringere Leitungsfähigkeit als das Gewebe, das die oberen Augen umgibt. Nach diesen Ausführungen über die Bedeutung der verschiedenen Augen kann man schon von vornherein annehmen, daß die *oberen Knollenhälften ertragreicher* sind als die unteren. Tatsächlich beweisen dies auch die Versuche von Wollny. Als Beispiel wollen wir hier einen Versuch von Wollny anführen, in welchem er die Erträge von ungeteilten großen und mittleren Knollen, der oberen und unteren Querhälften und von Längshälften verglichen hat (s. Tabelle S. 58).

Diese Tabelle zeigt, daß die großen ganzen Knollen den höchsten Ertrag gebracht haben. Die oberen Hälften, bei denen das Pflanzgutgewicht fast nur die Hälfte ausmachte, brachte eine Ernte, die der ersteren sehr nahesteht. Die Längshälften lieferten eine Ernte, die derjenigen der mittleren Knollen entspricht, abgesehen von dem Unterschied im Gewicht des Pflanzgutes. Wenn

man die Ernte der großen Knollen = 100 setzt, kann man im Durchschnitt annehmen, daß die oberen Hälften, die halb so schwer sind, einen Ertrag von rund 90% liefern. Folglich kann man annehmen, daß, wenn man vom Pflanzgut

	Pflanzgut in Gramm	Ernte in Gramm (unter Abzug des Pflanzgutes)	Ernte war Vielfaches der Aussaat
Große Knollen	1599	6188	4,9
Obere Hälfte	799	5995	8,5
Untere Hälfte	799	3946	5,9
Mittlere Knollen . . .	1073	5429	6,1
Längshälften	799	5426	7,8

nicht das halbe Gewicht, sondern z. B. drei Viertel davon in Form von oberen Hälften nimmt und diese Menge auf derselben Fläche aber enger pflanzt, eine nicht geringere, sondern eher eine höhere Ernte als mit großen und ganzen Knollen erzielt wird. Die unteren Hälften ergaben eine Ernte von 60—70%, die Längshälften von 75—80% der Ernte der ganzen Knollen. Daher erscheint es ratsam, zu Zeiten, wenn die Kartoffel sehr teuer (wegen Nahrungs- oder Futtermangel) ist, nur die oberen Hälften auszupflanzen, weil wir, während fast die gleiche Ernte wie mit ganzen Knollen erreicht wird, genau die Hälfte an Pflanzgut sparen, die wir als Speise- oder Futterkartoffeln verwenden können. Es kann außerdem vorteilhaft sein, die Kartoffel zu *zerschneiden*, dann beide Hälften auszupflanzen und so mit derselben Pflanzgutmenge eine doppelt so große Fläche zu bestellen. Ist z. B. der Boden billig, die Kartoffel dagegen teuer, so ist dieses Verfahren angebracht. Die Knollen müssen dabei natürlich entsprechend groß sein. Hier folgt ein Beispiel für das Schwarzerdegebiet (für das Versuchsfeld Trostjanez im Gouvernement Charkow) bei einer ständigen Pflanzweite von 53 × 53 cm:

	ganze Knollen (100 St. = 9,4 kg)	Knollenhälften
Pflanzgutmenge je Hektar . . . . . .dz	38,5	16,8
Rohertrag . . . . . ,,	156,0	133,0
Reinertrag . . . . . ,,	118,0	116,0
Prozent der nicht aufgelaufenen Knollen	11,0	17,0

Auf schweren und feuchten Böden kann der Prozentsatz der nicht aufgelaufenen Knollen größer sein infolge Fäulnis der geschnittenen Knollen.

Infolgedessen wird man unter normalen Verhältnissen die Knollen ganz auspflanzen, um die mühselige Arbeit des Zerschneidens und die Fäulnisgefahr zu vermeiden. Ist das *Zerschneiden* jedoch rechtzeitig ausgeführt, so kann die lagernde Kartoffel auf der Oberfläche des Schnittes eine Korkschicht bilden, wodurch die Knolle vor Fäulnis geschützt wird. Im Frühjahr aber, wenn die Säftebewegung und das Erwachen der Augen eintritt, kann sich diese Fähigkeit verringern oder sogar gänzlich verschwinden, was auch außerdem von der Sorte abhängt. In solchen Fällen muß man sich mit dem einfachen Trocknen der Schnittfläche begnügen. Jedoch bei einer zu starken Austrocknung der Schnittfläche können die Augen darunter leiden, wenn sie auch von der Schnittfläche nicht berührt, doch nahe daran liegen. Es empfiehlt sich, die Schnittfläche mit Asche und Kalk — als Desinfektions- und Trockenmittel zu bestreuen. Hierdurch wird die Fäulnisgefahr wesentlich verringert und die Unbequemlichkeit beseitigt, die durch die Lagerung der frühzeitig geschnittenen Knolle entsteht. Im besonderen ist noch gegen den Längsschnitt einzuwenden, daß hierbei die wertvollsten oberen Augen beschädigt werden und eine große Schnittfläche ent-

steht. Die Notwendigkeit zwingt manchmal dazu, nicht nur die Knollen zu halbieren, sondern auch die Augen herauszuschneiden und sogar „Kartoffelschale" zu pflanzen (darunter versteht man die beim Schälen der Kartoffeln abgeschnittenen Augen mit dem stärkehaltigen Parenchym und mit anderen Geweben) und ebenfalls Teile von Keimen, die durch die gepflanzte Knolle ausgebildet worden sind.

Diese Vermehrungsmethoden sind hauptsächlich in dem Fall interessant, wo nur eine geringe Knollenzahl einer neuen Sorte erhalten worden war. Durch das Ausschneiden der Augen kann man die zu bestellende Fläche rund 8mal vergrößern. Folglich erhält man, abgesehen davon, daß der Ertrag der Flächeneinheit auf 30—40 % sinkt, ein viel höheres Vielfaches der Aussaat als beim Pflanzen ganzer Knollen. In dieser Richtung kann man noch weitergehen, indem man Treibhäuser verwendet, in denen sich die Stecklinge gut bewurzeln und kräftig werden können, bevor sie ins Feld umgepflanzt werden. Dann wird eine Ertragsverminderung von der Flächeneinheit sogar vermieden. Die ausgeschnittenen Augen können sehr bequem als Muster neuer Kartoffelsorten in leichten Pappschachteln mit der Post verschickt werden (Amerika).

Für den gleichen Zweck greift man zur Vermehrung durch Lichtkeime. Hierzu werden die Knollen in Treibhäuser oder in Blumentöpfe auf der Fensterbank gepflanzt. Die gebildeten Keime werden abgeschnitten und von der Knolle mit dem Wurzelsystem (mit der „Ferse") abgetrennt. Manchmal greift man auch zu der Vermehrung durch Absenker, d. h. man biegt die Stengel der in den Boden gepflanzten Knolle zur Erde. Dadurch, daß ein Teil des Stengels mit Erde zugedeckt wird, erreicht man, daß der Stengel Wurzel faßt und sich in eine selbständige Staude verwandelt usw.[1].

Von diesen Verfahren kann das Ausschneiden der Augen sogar im Feldanbau unter günstigen Wachstumsbedingungen gute Ergebnisse liefern[2].

Die *Auslese der Kartoffelknollen* nach ihrem *Stärkegehalt*, um den Stärkegehalt in den Nachkommenschaften zu vermehren entsprechend der Zuckerrübenauslese, sollte hier ebenfalls eine große Rolle spielen. Als äußeres Merkmal guten Stärkegehaltes (eher der erforderlichen Reife) wird nicht selten die Rauhheit der Schale (das Platzen der Epidermis) angesehen. Die glatte Schale wird als Kennzeichen eines geringen Stärkegehaltes (Unreife) betrachtet. Da ein steigender Stärkegehalt auch ein Ansteigen des spezifischen Gewichtes der Knolle zur Folge hat, so kann die Anwendung von Salzlösungen von bestimmter Dichte als bequemstes Mittel zur Auslese der Pflanzknollen zwecks Erhöhung des Stärkegehaltes der Nachkommen erscheinen. Weil die kleinen Kartoffelknollen nicht so stärkereich sind wie die größeren, wird die Auslese nach der Größe und nach dem Stärkegehalt sich nicht in zwei derartig verschiedenen Richtungen auswirken, wie man es bei den Zuckerrübenwurzeln beobachtet hat. Man könnte annehmen, daß eine solche Auswahl, vor allem bei der Auslese der Fabrikkartoffeln, eine große Rolle spielen sollte. Man versuchte bei der Massenauslese sogar noch genauere Untersuchungen der Knollen. So wurde z. B. in einer französischen Saatgutwirtschaft denjenigen Knollen, die mit Hilfe von Lösungsmitteln auf ihr spezifisches Gewicht untersucht worden waren, eine Probe mit einem Bohrer entnommen. Diese Probe wurde fein zerkleinert und dann durch eine Säure verzuckert. Nach der polarimetrischen Bestimmung der Glykose in der Lösung wurde die Stärkemenge bestimmt.

Trotzdem brachten solche Versuche widersprechende Ergebnisse, in den einen Fällen gute, in den anderen Fällen wieder solche, die nicht zu übersehen waren. So beobachtete Wollny nur in 12 von 19 Fällen eine Erhöhung des Stärkegehaltes der Nachkommen unter der Wirkung der Auswahl der Mutterknolle nach ihrem Stärkegehalt. Die geringere Sicherheit, mit der man aus den

[1] Siehe Beispiele bei Kulshinsky: Wie man neue Kartoffelsorten schnell vermehren kann (1924).

[2] Siehe Philippowsky: Landw. Zg. 1914.

Ergebnissen bei den Kartoffeln auf ihren Stärkegehalt im Vergleich zur Zuckerrübe schließen kann, hängt offenbar davon ab, daß die Mittelprobe der Zuckerrübenwurzel das gegebene Individuum besser charakterisiert als die Mittelprobe einer Knolle, weil eine Kartoffelpflanze viele Knollen besitzt und diese Knollen einen verschiedenen Stärkegehalt je nach den Entwicklungsbedingungen und der Reife aufweisen. So würde einer Mittelprobe der Zuckerrübenwurzel bei der Kartoffel die Mittelprobe sämtlicher Knollen einer Pflanze entsprechen. Nur wenn wir nach solchen mittleren Zahlen auswählen, können wir sicher diejenigen Pflanzen auslesen, welche stärkereiche Knollen zu bilden vermögen. Die Auslese der stärkereichen Knollen aus der gesamten Erntemasse dagegen erinnert mehr an ein einfaches Sortieren des Kornes nach der Größe (wie bei den Getreidearten) als an die Maßnahmen einer eigentlichen Züchtung, bei der man von einer ganzen Pflanze ausgeht. Der Übergang zu der Auslese einzelner Pflanzen brachte zum Teil sicherere und schnellere Ergebnisse als frühere Versuche einer Massenauslese.

Wir wollen hier ein Beispiel aus den Versuchen von D. L. Rudsinsky (Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje) für die Sorte „Imperator" anziehen, deren Knollen im Laufe von fast 20 Jahren einer Massenauslese nach mittlerer Größe unterworfen wurden. Ein Teil von ihnen wurde außerdem einer 4 jährigen Individualauslese unterworfen. Die Wirkung der letzteren hat sich in dem Versuch von 1907 folgendermaßen gezeigt:

	Durchschnittsgewicht d. Knollen einer Staude g	Durchschnittsgewicht einer Knolle g	mittlere Stärke %	mittlerer Stärkeertrag einer Staude g
Von der Massenauslese . . .	656	55	21,1	130
„ „ Individualauslese . .	719	75	21,9	157

Zur Beschleunigung der Entwicklung läßt man die Pflanzknollen vor dem Pflanzen manchmal *ankeimen*. Sie werden dann mit diesen Keimen gepflanzt. Das Ankeimen im Dunkeln ist eine recht gefährliche Behandlung. Die Keime dieser Kartoffeln brechen beim Pflanzen leicht ab. Infolgedessen wird, wenn auch später wieder neue Triebe gebildet werden, die allgemeine Entwicklung und die Reife verzögert. Deshalb ist das Ankeimen nur bei kleinerer Anbaufläche anwendbar, wenn für eine sorgfältige Pflanzung die strengsten Maßregeln getroffen werden können[1]. Die andere Vorbereitungsmethode, das *Anwelken*, besteht darin, daß die Knollen vor dem Pflanzen in *hellen*, durchlüftbaren Räumen ausgebreitet werden, damit sie etwas Wasser verlieren. Es erhöht erheblich die Ernte und ist im großen Maßstabe ausführbar. Die günstige Wirkung dieses Anwelkens kann zum Teil dadurch erklärt werden, daß während des Anwelkevorganges die Fermente bereits ihre Arbeit beginnen und bis zu Beginn des Pflanzens einen großen Vorrat an Nährstoffen in aufnehmbarer Form, die nun den Augen zugeleitet werden, in einigen Wochen ansammeln (z. B. in 3 Wochen). Dabei wachsen auch die Keime. Man fürchtet dies aber in diesem Falle nicht, weil unter solchen Verhältnissen sehr kurze, dicke und nicht so leicht abbrechbare Lichtkeime entstehen, die sich von den oben genannten *etiolierten* Keimen sehr unterscheiden. Während die etiolierten Keime langgestreckt und ihre Blattschuppen weit voneinander entfernt sind, sind bei den Lichtkeimen die Blattansätze dicht beieinander angelegt und es sind dann auf der Längeneinheit des

[1] Aus Dunkelkeimen entstehen keine brauchbaren und leistungsfähigen Pflanzen, selbst wenn sie mit den größten Vorsichtsmaßnahmen gepflanzt werden. Nur durch Lichtkeime, die in hellen und kühlen Aufbewahrungsräumen herangezogen werden, wird brauchbares Pflanzgut erzeugt (Anmerkung des Herausgebers).

Triebes mehr Blattansätze vorhanden. Da die Stolonen, an welchen sich die Knollen bilden, aus den Blattachseln hervorgehen, so ist der Lichtkeim wahrscheinlich in der Lage, bei derselben Pflanze von der Knolle bis zur Bodenoberfläche mehr Stolonen und daher wahrscheinlich auch mehr Knollen zu bilden als ein Keim, der unter der Erde entstand[1]. Das Anwelken darf nicht zu stark sein. Der Gewichtsverlust darf 15% nicht überschreiten. Die Ertragssteigerung unter dem Einfluß dieser Maßnahme beträgt nach den Versuchen von Wollny in günstigen Fällen 20—30%; sie ist aber nur bei genügender Bodenfeuchtigkeit möglich. Auf trocknen Böden kann diese Maßnahme auch gar kein positives Ergebnis zeigen, sich sogar schädlich auswirken. Das Ankeimen im Licht, wenn es weitgetrieben wird, ist für eine kleine Anbaufläche am bequemsten in Körben durchzuführen, indem man die Knollen unmittelbar zur Pflanzstelle bringt ohne die Gefahr, die Keime abzubrechen.

In der Umgebung von Paris pflanzen die Gemüsegärtner die Knollen, die zur Aussaat bestimmt sind, in flache Kisten, die mit Füßen versehen sind (71 cm lang, 35 cm breit, 4—7 cm tief). Die Knollen werden senkrecht nebeneinandergestellt, indem man sich nach den Augen richtet. Dann werden die Kisten zu mehreren übereinander in gut durchlüftbaren Räumen aufgestellt, wobei die Knollen grünen und einen kurzen und dicken Lichtkeim entwickeln können. Dieser Keim erscheint dabei sehr bruchfest und wächst beim Auspflanzen sehr rasch. Nach Mottet-Vilmorin bringt diese Ankeimungsmethode eine Ertragssteigerung von 15 % und mehr.

10. Pflanzen und Pflege der Kartoffel.

Damit die künftige Pflanze sich gut entwickeln kann, ist es notwendig, daß die gepflanzten Knollen eine *genügende Menge lockerer Erde* nicht nur *unter sich* (zur Befestigung) haben, sondern auch *über sich* zur Bildung neuer Stolonen, die neue Knollen tragen sollen.

Dies kann man auf zweierlei Weise erreichen, dadurch daß man die Knollen entweder gleich in der erforderlichen Tiefe unterbringt oder daß man sie erst flach pflanzt und dann durch Anhäufeln die Schicht lockerer Erde über den Knollen vergrößert (dies zweite Verfahren ist häufiger). Je stärker das Anhäufeln ausgeführt wird, um so flacher muß das Pflanzen sein und umgekehrt. Von der Knollengröße hängt die Pflanztiefe nicht in dem Maße ab, wie die Saattiefe bei der Saat von Samen.

Die Kartoffelkeime zeigten bei einigen Versuchen die Fähigkeit, unter der Erde in vertikaler Richtung eine Entfernung bis zu 90 cm zurückzulegen.

Dennoch muß man damit rechnen, daß, je größer die Knolle und je größer demzufolge ihr Nährstoffvorrat ist, desto stärker auch die Keime sein werden und desto tiefer deswegen die Knolle gepflanzt werden kann. Von den Bodeneigenschaften hängt die Pflanztiefe in weit höherem Maße ab. Je bindiger der Boden, desto weniger luftdurchlässig ist er und desto mehr Wasser enthält er. In solchen Boden müssen die Knollen möglichst flach gelegt werden. Eine Vergrößerung der lockeren Schicht über der Kartoffel wird durch starkes Häufeln erreicht, das auch für die Trocknung des Bodens notwendig ist. Und umgekehrt, je lockerer und trockener der Boden ist, desto tiefer muß gepflanzt werden. Das Anhäufeln dagegen ist in diesem Falle, um eine weitere Austrocknung des Bodens zu vermeiden, nur in geringem Maße möglich. *Die Einwirkung der Bodenart* hat sich z. B. in folgendem Versuch von Wollny gezeigt (die Pflanzen wurden nicht angehäufelt, s. Tabelle S. 62).

Je trockner das *Klima* ist, desto tiefer muß man wiederum die Knollen pflanzen, desto weniger darf man anhäufeln. Umgekehrt, je feuchter das Klima

[1] Das ist nur unsere Vermutung, die noch einer Versuchskontrolle bedarf.

ist, desto flacher muß gepflanzt und desto stärker muß angehäufelt werden. Je nach diesen Verhältnissen schwankt die Pflanztiefe von 4—18 cm.

Pflanztiefe cm	Ernte auf Sand kg	Ernte auf sandigem Lehm kg
—	1876	4512
7,5	2108	**4692**
15,0	3010	3870
22,5	**3076**	2291

H. Werner läßt das Pflanzen der Kartoffeln in einer Tiefe von 16 cm nur auf leichtem Sandboden zu und dies nur dann, wenn die Kartoffel nicht angehäufelt wird.

Am häufigsten wird bei uns eine Tiefe von 9—11 cm erwähnt; in den oben zitierten Versuchen des Netzes der Versuchsfelder (Gouvernement Kijew) war eine Pflanztiefe über 7 cm ungünstig. Dasselbe wurde auch auf dem Versuchsfelde in Poltawa beobachtet.

Die *Pflanzdichte* der Kartoffel haben wir bereits weiter oben im Zusammenhang mit der Einwirkung der Knollengröße auf die Wahl der Entfernung berührt. Es ist weiter zu erwähnen: *je fruchtbarer der Boden und je günstiger das Klima ist, desto weiter muß man die Knollen voneinander pflanzen.* Die Schwankungen sind so groß, daß die Fläche, die einer Pflanze zur Verfügung steht, zwischen 1000 und 3000 qcm schwanken kann. In einigen Spezialfällen schwankt sie sogar innerhalb noch weiterer Grenzen. Die Pflanzdichte ändert sich auch je nach der Sorte. Die Spätsorten, die viel Kartoffelkraut entwickeln, werden weiter, die Frühsorten dichter gepflanzt.

Die *Lage der Knolle* in der Erde ist zur Herbeiführung eines mehr oder weniger frühen Auflaufes und eines gedrungenen Wuchses der Staude nicht gleichgültig. Ist die Knolle mit dem oberen Ende nach oben gepflanzt, so läuft sie früher auf; die Staude wird gedrungener. Ist die Knolle dagegen mit dem oberen Ende nach unten gepflanzt, so müssen die Triebe die Knolle von unten umwachsen und nach oben streben. Der Auflauf erfolgt später; die Staude wird infolge des Umwachsens der Knolle zerstreuter. Es versteht sich jedoch von selbst, daß es in der Praxis schwer ist, dies zu beachten. Das Aufsuchen des oberen und unteren Teiles (Gipfel und Nabel) jeder Knolle und das richtige Pflanzen würde die Arbeit sehr verlangsamen. Die länglichen Knollen legen sich übrigens ganz von selbst einheitlich, nämlich in wagerechte Richtung, d. h. sie legen sich in eine Richtung, die der Mitte zwischen oben und unten entspricht.

Die *Pflanzdichte* hängt ferner von der *Knollengröße* ab. Die großen Knollen, die kräftigere Pflanzen bilden, werden weiter, die kleinen dichter gepflanzt.

So wird in Frankreich als mittlere Entfernung für die Spätsorten die Entfernung von 60 × 80 cm (20000 Pflanzen je Hektar), für die Mittelsorten 40 × 60 cm (rund 40000 Pflanzen je Hektar) usw. gerechnet (Vilmorin-Mottet).

Endlich hängt die *Pflanzdichte* auch von den *Kulturmaßnahmen* ab. Bei einer Bearbeitung z. B. in einer Richtung können die Pflanzen dichter gelegt werden. Findet die Bearbeitung dagegen über Kreuz statt, so ist weiteres Pflanzen erforderlich, usw. Jedenfalls muß die Pflanzdichte derart bemessen sein, daß die Pflanzen einen geschlossenen Bestand bilden können, ohne jedoch einander einzuengen. Für mittlere Böden kann man eine Reihenentfernung von 53—62 cm und eine Entfernung in der Reihe von 27—35 cm als geeignet angeben. Bei sehr fruchtbaren Böden und großen Knollen können diese Entfernungen bis 71 × 53 cm steigen.

Fläche für 1 Pflanze qcm	Ausgelegte Knollenzahl	Wachstumsbedingungen: sehr günstige	ziemlich günstige	mittelgünstige — Reinertrag in kg auf 1 a
1600	31	255	227	132
2025	25	269	240	**139**
2500	20	271	**258**	130
3600	15	**299**	236	113
4900	10	282	204	89

Nebenstehender Versuch von Remy zeigt, wie die *Frucht-*

[1] Siehe Philippowsky: a. a. O.

barkeit eines Bodens auch die Bemessung der zweckmäßigsten *Pflanzdichte* beeinflußt.

Daher kann die Auswahl der Pflanzdichte nicht nur von den örtlichen Bedingungen, sondern auch davon abhängen, inwieweit die einzelnen Felder einer Wirtschaft durch Düngungs- und Bodenbearbeitungsmaßnahmen in gleichen Kulturzustand versetzt worden sind. Aus den Ergebnissen unserer Versuchsstationen wollen wir als Beispiel nur die Ergebnisse vom Versuchsfeld in Poltawa anführen, die sich auf Knollen mittlerer Größe beziehen (100 Stück wogen 6,1 kg).

Pflanzweite	35 × 35,	44 × 44,	62 × 62,	71 × 71 cm
Gesamtertrag	228	246	205	160 dz/ha
Reinertrag	182	189	185	140 dz/ha

Daraus ersehen wir, daß in diesem Falle die Roherträge mit Zunahme der Pflanzdichte steigen, doch sprach das Gewicht des Reinertrages für die Pflanzdichte 62 × 62 cm als die geeignetere für eine Bearbeitung zwischen den Reihen. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet wäre eine Pflanzdichte 66 × 44 cm gegebenenfalls noch praktischer.

Das *Pflanzen* der Kartoffeln kann auf verschiedene Weise geschehen. Am häufigsten wird die Kartoffel gelegt:

1. *Nach dem Pflug oder dem Hakenpflug*, indem man eine Furche mit Kartoffeln bepflanzt, die nächste oder die beiden nächsten dann aber überschlägt[1]. Das Pflanzen nach dem Haken wird manchmal sogar insofern als bequemer bezeichnet, weil der Haken eine Furche mit einer schmäleren Sohle aufreißt, auf der die Knollen in einer geraden Reihe untergebracht werden. Infolgedessen entstehen relativ regelmäßigere Reihen sogar bei einer wenig sorgfältigen Knollenverteilung. Beim Legen nach dem Pfluge ist es gewöhnlich ratsam, die Knollen nicht auf die Furchensohle, sondern auf die Böschung der Furche zu legen, damit sie auch unter sich lockere Erde vorfinden und nicht nur über sich, wie es beim Legen der Knollen auf die feste Furchensohle der Fall ist.

Wird beim Pflanzen der Untergrundlockerer benutzt, so wird ein Nachteil: das Legen der Knollen auf die feste Furchensohle, beseitigt.

Es erfordert aber weit mehr Zeit und Aufmerksamkeit, eine geradlinige Pflanzweite und geradlinige Pflanzreihe zu erreichen. Will man die Knollen in der Furche in regelmäßigen Abständen unterbringen, kann man zuerst mit dem Markör in der Querrichtung markieren und dann die Knollen auf den Kreuzungspunkten dieser Markierlinien mit den Furchen unterbringen. Das Pflanzen nach dem Pfluge bietet den Vorteil, daß eine glatte Bodenoberfläche entsteht, was in trocknem Klima als günstig angesehen werden muß. Man kann bei dieser Pflanzart später auch eggen. Außerdem erlaubt diese Pflanzmethode, falls man sich verspätet hat, zu einer solchen wenig fortschrittlichen Abweichung von dem üblichen Verfahren Zuflucht zu nehmen, wie ihn das gleichzeitige Unterbringen von Knollen und Stallmist durch den gleichen Arbeitsgang darstellt. In feuchtem Klima können die Knollen auf schweren Böden, besonders wenn sie auf die Furchensohle gelegt worden sind, infolge stauender Nässe unter mangelnder Luftzirkulation leiden. Der Boden erwärmt sich unter solchen Verhältnissen bei einer Pflanzmethode mit ebener Bodenoberfläche zu langsam. Dies kann man vermeiden:

2. Durch das *Pflanzen der Kartoffeln nach dem Häufelpflug*. Die Knollen werden hierbei in die Furche, die durch den Häufelpflug gezogen wird, gelegt und werden auch wieder mit dem Häufelpflug beim Auseinanderpflügen der zuerst gebildeten Dämme zugedeckt, so daß Dämme an Stelle der Furchen entstehen

[1] Man benutzt hierzu am besten einen zweischarigen Pflug.

und umgekehrt; die Knollen liegen dann in Höhe der Furchensohle. Diese Pflanzart ist bei einer Gabe ungenügend zersetzten Stallmistes im Frühjahr unbequem; die Arbeit des Häufelpfluges wird hierdurch erschwert. Außerdem stößt bei dieser Pflanzmethode das Eggen auf Schwierigkeiten, wenn es als erste Pflegemaßnahme des Kartoffelfeldes ausgeführt wird. Diese Pflanzart ist natürlich in trocknem Klima unbrauchbar, wo es überhaupt unvorteilhaft ist, dem Felde eine wellige Oberfläche zu geben, weil hierdurch die Verdunstungsfläche zu sehr vergrößert wird. Die Anwendung des Häufelpfluges mit nachfolgender Ebnung der Oberfläche, die sich von der eben genannten etwas unterscheidet, wird bei uns im Schwarzerdegebiet angetroffen. Man konnte sie z. B. in den Betrieben von *Bobrinsky* in Michailowsk (Gouvernement Tula) beobachten. Dort wurde der Boden im Herbst gut bearbeitet (Ackerungstiefe 22 cm), im Frühjahr geeggt und nach vormarkierten Linien mit Häufelpflügen auf eine Tiefe von 9 cm gearbeitet. In die Furchen wurden dann die Knollen gelegt und in der Querrichtung zu den Reihen ließ man eine etwa 2 m breite Schleppe folgen, welche die Knollen zudeckte. Dabei erreichte man eine hohe Arbeitsleistung ohne die Grundforderungen, die durch lokale Verhältnisse an die Pflanzmethoden gestellt werden, zu stören.

Zum Legen der Knollen gebraucht man auf 1 ha $4^1/_2$ weibliche Arbeitstage. Die Schleppe deckt rund 8 ha am Tage zu. In Krotkoje (J. A. Stebut) wurden mit einem zweischarigen Pfluge $1^1/_4$ ha bei 7 Arbeiterinnen auf jeden Pflug bestellt.

Allgemeiner und zweckentsprechender (für den Norden) ist die Anwendung des Häufelpfluges, bei welcher dieser nicht zum Aufreißen der Pflanzfurche, sondern nur zum Zudecken der Knollen gebraucht wird. Dieses ist der Fall:

3. Beim *Pflanzen der Knollen nach dem Markör*, wobei die Knollen in die von diesem Gerät gezogenen flachen Furchen gelegt und vom Häufelpflug zugedeckt werden. Diesmal liegen die Knollen *auf halber Dammhöhe*; sie haben infolgedessen unter sich mehr lockere Erde. Bei diesem Verfahren hat man eine größere Gewähr dafür, daß sich das Wasser in der Nähe der Knollen nicht staut, wie es beim Legen nach dem Pfluge und im vorher genannten Falle möglich ist, wo die Knollen auf den bedeutend festeren Boden der mehr oder weniger tiefen Furche des Häufelpfluges gelegt werden. Dieses Verfahren ist für genügend feuchte Klimate und Böden geeignet. Es wird z. B. erfolgreich auf der Farm der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje angewandt.

Auf der Farm der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje wird das Feld nach der Roggenernte so früh wie möglich auf eine Tiefe von 18—22 cm (Sack = Pflug mit Vorschäler) gepflügt und in diesem Zustande über Winter liegengelassen. Auf den Schnee wird der Stallmist gefahren, im Frühjahr gestreut und auf volle Tiefe (18—22 cm) untergepflügt. Danach wird das Feld einmal geeggt und Thomasmehl und Kali (oder Asche) gestreut. Danach wird wieder (2- oder 3mal) geeggt, vor dem Pflanzen wird mit einer hölzernen Walze gewalzt, um die Spuren des Markörs sichtbarer zu machen. Der Markör teilt das Feld in Quadrate 58 × 58 cm ein. Die Knollen werden dann auf die Kreuzungspunkte der markierten Reihen ausgelegt und leicht in die Erde eingedrückt. Nach dem Pflanzen werden die Reihen mit dem Häufelpflug zugedeckt, wobei die Knollen mit einer Erdschicht von 6—9 cm bedeckt werden. Nach dem Auflaufen der jungen Pflanzen arbeitet der Häufelpflug in der Querrichtung, wobei auch die nachfolgende Bearbeitung zwischen den Reihen in beiden senkrechten Richtungen erfolgt.

Hier sehen wir auf einem Boden in alter Kultur, der hohe Ernten liefern kann, ein Pflanzen der Knollen auf große Entfernung bei guter Düngung und bei großen Knollen. Wir haben ferner ein genügend tiefes Unterbringen und eine bedeutende lockere Schicht unter den Knollen, eine wellige Oberfläche des Feldes von Anfang an, wodurch auch bei Feuchtigkeitsüberfluß den Knollen ein genügend durchlüftbarer und sich leicht erwärmender Boden zur Verfügung gestellt wird. Die Lockerung zwischen den Reihen über Kreuz mit Pferdegeräten setzt den Aufwand an Handarbeit auf ein Minimum bei der Pflege der Kartoffel herab[1].

[1] Siehe W. A. Chartschenko: Die Kartoffel, die Pflanzmethoden, der Kampf mit der Naßfäule. M. 1919.

Als interessante Abänderung dieses Verfahrens erscheint die sog. *„litauische" Methode*, wobei ebenfalls nach dem Pflügen, Eggen und Walzen des Bodens im Frühjahr die Knollen nach dem Markör „im Quadrat" 58 × 58 oder 62 × 62 cm gelegt werden. Dies geschieht, damit das Durchpflügen in 2 Richtungen möglich ist[1].

Die Knollen werden dabei nur *mit Überspringen einer Reihe* zugedeckt, d. h. jede Reihe wird nur von einer Seite zugedeckt. Nach rund 2 Wochen arbeitet der Häufelpflug in der Querrichtung ebenfalls mit Überspringen einer Reihe. Im weiteren Verlauf läßt man den Häufelpflug in den nicht bearbeiteten Reihen folgen, so daß sich zum Schluß jede Pflanze auf einem kleinen Hügel befindet, der mit dem Häufelpflug von 4 Seiten bearbeitet worden ist. Dabei erzielt man im Frühjahr eine flachere Unterbringung (bessere Erwärmung); es entsteht eine Art Dränage für die soeben gepflanzte Knolle, die auf dem Furchenrand liegt. Ferner wird die Arbeit des Zudeckens beschleunigt. Verschlämmt der Boden, so erscheint seine Bearbeitung mit Überspringen einer Reihe ebenfalls als ein Mittel, den Luftzutritt zu den Knollen zu beschleunigen. Im weiteren Verlauf dagegen werden die Pflegemaßnahmen sehr sorgfältig durchgeführt.

Ist der Boden nicht genügend fruchtbar und die Entfernung 58 × 58 cm (um so mehr die Entfernung 62 × 62 cm) nicht annehmbar, so kann man den Pflanzenabstand in den Reihen verkleinern, zwischen den Reihen dagegen in einer Richtung nach „litauischer" Art arbeiten.

Etwas unvollkommener wird derselbe Zweck in bäuerlichen Wirtschaften dadurch erreicht, daß die Furche von dem Haken möglichst flach gezogen wird, wobei ferner diejenigen Furchen, durch deren Ziehen die Knollen zugedeckt werden, tiefer gemacht werden. Dabei können auch diese tiefer gezogenen Furchen ebenfalls mit Überspringen einer Reihe folgen. *Diese Abänderungen sind gut für den feuchten Norden, aber nicht für den trocknen heißen Süden.* Beim Pflanzen nach dem Markör und Zudecken mit dem Häufelpfluge erhält man schon in der mittleren Schwarzerdezone in einem trocknen Sommer geringere Kartoffelerträge als bei einer Bedeckung, die eine glatte Oberfläche hinterläßt. So erhielt J. A. Stebut bei einer Pflanzart in Dämmen in einem sehr trocknen Jahre 9,5 hl Kartoffeln, bei Flachkultur dagegen 15,7 hl. Bei geringerer Ausdehnung des Kartoffelbaues erfolgt das Pflanzen

4. *mit dem Spaten oder der Hacke* auf folgende Weise: Die Oberfläche wird mit einem Markör längs und quer markiert, auf dem Kreuzungspunkt der Linien wird mit dem Spaten oder der Hacke eine Vertiefung gemacht. In diese Vertiefung wird die Knolle gelegt und mit demselben Boden zugedeckt, der aus der nächsten Vertiefung herausgenommen worden ist.

Dabei geht ein Arbeiter rückwärts, macht mit dem Spaten ein Loch und deckt mit der Erde, die er aus diesem Loch genommen hat, die Knolle zu, die ein anderer Arbeiter in das *vorherige* Loch gelegt hat. So wird ein Minimum an Arbeits- und Zeitaufwand beim Knollenpflanzen erreicht. Um die Löcher nach unten hin enger zu machen, bedient man sich manchmal eines besonderen Spatens, der nach unten hin zugespitzt ist.

Bei diesem Verfahren wird der Boden sehr festgetreten, deshalb empfiehlt sich eine unverzügliche Lockerung der Oberfläche.

5. Das *Pflanzen mit Maschinen* ist viel weniger verbreitet als das Säen der Getreidearten, Futterpflanzen, Zuckerrüben usw. mit Maschinen. Dies hängt zum Teil davon ab, daß diese Maschinen selbst unvollkommen sind. Sie sind nicht genügend anpassungsfähig an die verschiedenen Voraussetzungen des Pflanzens. Teilweise liegt es auch an dem großen Pflanzgutgewicht. Es ist infolgedessen notwendig, entweder die Maschine oft oder sehr stark mit Kartoffeln

[1] Auf weniger fruchtbaren Böden sind solche Entfernungen unvorteilhaft.

zu füllen. Die Unvollkommenheit der Kartoffellegemaschinen besteht gewöhnlich darin, daß die Knollen in ungleichen Abständen gelegt werden; vor allem, wenn die Knolle von einer gewissen Höhe herabfällt, hat sie die Möglichkeit, auf dem Boden mehr oder weniger weit zu rollen; dadurch wird die Regelmäßigkeit der Abstände gestört. Weiterhin können Fehlstellen entstehen, weil es schwer ist, die greifenden Teile der Maschine den verschiedenen Knollengrößen anzupassen; schließlich können stellenweise 2 Knollen gelegt werden. Zweifellos aber beschleunigt und verbilligt das Pflanzen mit Maschinen die Arbeit.

So ergab sich bei der Prüfung der Kartoffelpflanzmaschinen auf den Gütern von König im Jahre 1911, daß das Pflanzen mit dem Häufelpfluge (beim Zudecken durch einen Schlepper) je Hektar 18,35 M. kostete, dagegen die Arbeit einer zweireihigen Kartoffelpflanzmaschine von Riessler nur die Hälfte, je Hektar 9,36 M. Dabei sind Amortisation, Reparaturen und andere Ausgaben bei der Maschinenbenutzung mit berücksichtigt[1].

Im Süden ist außerdem der Umstand von Bedeutung, daß keine Austrocknung der Furchen stattfindet, weil diese unmittelbar durch die Maschine wieder zugedeckt werden (zum Unterschied vom Pflanzen mit der Hand, nach dem Pflug, dem Häufelpflug und dem Markör). Wie die Drillmaschine, so zwingt auch die Kartoffellegemaschine den Landwirt dazu, die Bodenbearbeitung zu verbessern und das Unterbringen nicht genügend zersetzten Stallmistes vor dem Pflanzen zu vermeiden. Am meisten verbreitet ist die Kartoffellegemaschine von Riessler, die bei gleich großem Saatgut, bei zweckmäßig bearbeitetem Boden sowie bei Nichtanwendung strohigen Mistes gut arbeitet. Bei einer 2reihigen Kartoffellegemaschine kann die Tagesleistung 3,3 ha erreichen (bei 2—3% Fehlstellen, nach Blomeyer).

Manchmal werden auch solche Maschinen als Kartoffellegemaschinen bezeichnet, die nur Vertiefungen in die Erde machen, in welche die Knollen dann mit der Hand gelegt werden. Solche *„Lochmaschinen"* liefern eine sehr regelmäßige Verteilung der Knollen in der Reihe. Sie sind aber für gemäßigtes Klima geeigneter als für trockenes, weil bei flachem Zudecken die Pflanztiefe nicht groß sein kann, das Zudecken mit dem Häufelpflug im Süden aber vermieden wird, weil diese Bedeckungsart den Boden austrocknet.

Aus der Zahl der Pflanzmethoden wird in den einzelnen Fällen den Boden- und Klimaverhältnissen entsprechend je nach dem Vorhandensein des einen oder anderen Gerätes eine Auswahl getroffen. So dürfen in trocknem Klima nur solche Methoden angewandt werden, die eine glatte Oberfläche liefern. Dieses wird mit Hilfe des Pfluges oder des Hakens, des Spatens oder der Kartoffellegemaschine erreicht.

Bei äußerster Dürre strebt man sogar danach, die Lage der Streifen, die mit Pflanzen besetzt sind, zu vertiefen, indem man zwischen ihnen Dämme aufwirft („vertiefte Beete" in der Krim). Hierher gehören auch einige Anwendungsfälle des Listers (in Amerika).

In feuchtem Klima dagegen verdienen solche Methoden den Vorzug, bei denen Dämme entstehen, wozu entweder nur der Häufelpflug oder Markör und Häufelpflug verwendet werden. Es kann dabei auch der Haken die Rolle des Markörs und auch diejenige des Häufelpfluges übernehmen. Sogar der Pflug kann dies tun, falls schmale Dämme mit Hilfe des Pfluges hergestellt werden, auf die man die Knollen dann mit der Hand legt.

Außerdem kann man bei allen diesen Methoden entweder eine Folge von gleichmäßig breiten Reihen, wie dies am häufigsten der Fall ist, anwenden oder eine Abwechslung schmaler und breiter Reihen (2reihige Pflanzart).

---

[1] Siehe Dudnikow: Bericht in Nachr. d. Bur. f. landw. Technik 5 (1913). Dort findet sich eine allgemeine Beschreibung der Kartoffelkulturmaschinen.

Das *Gewicht der ausgelegten Knollen* schwankt sehr stark je nach der Pflanzdichte und der Knollengröße. Durchschnittlich werden je Hektar 17—22 dz große Knollen, 11—17 dz mittlere Knollen und 7—11 dz kleine Knollen gebraucht. Bei uns werden meistens 15—18 hl ausgelegt.

Die *Pflanzzeit* hängt in erster Linie von der Einwirkung der Temperatur auf die Keimung und die Triebe ab. Das Keimen beginnt bei 4—5° C, ein merkliches Wachstum jedoch erst bei 10° C. Deswegen muß man die Kartoffeln in bereits durchwärmten Boden pflanzen.

In Verbindung damit steht auch die alte Regel, den Zeitpunkt des Kartoffelpflanzens dadurch zu bestimmen, daß man sich barfuß auf den Ackerboden stellt. Verträgt der Fuß den Boden gut, so kann man pflanzen.

Außerdem sind die Kartoffeltriebe gegen Frost empfindlich und eine Beschädigung der Triebe ist infolge einer bedeutenden Verzögerung in der Entwicklung der Pflanzen mit einer Ertragsverminderung verbunden, obgleich an Stelle der abgestorbenen Triebe später neue erscheinen. Je trockner das Klima, je lockerer der Boden ist, desto früher muß man die Knollen pflanzen, um sie noch in günstige Feuchtigkeitsverhältnisse zu bringen. Bei umgekehrten Verhältnissen darf man sich mit dem Pflanzen nicht übereilen, weil die Knollen bei langer Lagerung in feuchtem und kaltem Boden leicht faulen. Im Süden beginnt man mit dem Legen Anfang oder Mitte April, im Norden Anfang Mai. Auf jeden Fall beginnt das Kartoffelpflanzen nach der Aussaat der Hauptsommerung.

Bei frühreifen Sorten kann der Zeitpunkt des Pflanzens in derselben Gegend innerhalb weiterer Grenzen schwanken als für Sorten, die eine lange Vegetationsperiode besitzen. Bei späterem Pflanzen der Kartoffeln erleidet man jedoch einen großen Verlust, wenn Naßfäule auftritt.

Von der Versuchsstation Schatilowo (Gouvernement Tula) wurden folgende Ergebnisse für 1 ha erhalten:

Aussaat . .	20. April	1. Mai	10. Mai	20. Mai	30. Mai
Ernte . . .	29 dz	42 dz	38 dz	21,5 dz	15,5 dz

Als *wichtigste Pflegemaßnahme* ist das *Häufeln* der Kartoffeln zu bezeichnen. Außerdem wird noch geeggt und gehackt, wenn sich eine Erdkruste gebildet hat oder Unkräuter auftreten. Mit dem *Eggen* muß man vor dem Auflaufen der Pflanzen beginnen. Sie laufen nicht sehr rasch auf, etwa nach 2 bis 3 Wochen; unter ungünstigen Verhältnissen entsteht eine noch größere Verzögerung. Die Egge wird auch nach dem Durchbrechen der auflaufenden Pflanzen angewendet. Durch solches Eggen bricht man die Erdkruste und vertilgt die Unkräuter, wodurch die nachfolgenden Pflegemaßnahmen der Kartoffeln verbilligt werden.

Das Feld wird längs oder quer zu den Reihen geeggt. Beim Quereggen empfiehlt es sich, hin und zurück zu eggen (in 2 Strichen), um beim Zurückeggen die Pflanzen wieder etwas aufzurichten. Es werden schwere oder leichte Eggen benutzt, je nach der Bodeneigenschaft und der Pflanztiefe. Auf sandigen Böden soll man leichte Eggen anwenden. Nach Blomeyer soll man mit dem Eggen beginnen, wenn ein Zehntel der Pflanzen aufgelaufen ist, und man soll ferner einmal und nur in der Längsrichtung eggen. Auf schweren Böden soll man mit dem Eggen erst beginnen, wenn alle Pflanzen aufgelaufen sind; auch soll man schwerere Eggen anwenden. Die Pflanzen, die beim Eggen herausgerissen worden sind, müssen wieder mit Erde zugedeckt werden.

Das *Walzen* als Pflegemaßnahme eines Kartoffelfeldes erscheint gewöhnlich überflüssig, sofern sämtliche Arbeiten sachgemäß und rechtzeitig ausgeführt worden sind. Man greift jedoch zur Walze, wenn man Fehler in der Bearbeitung oder im Pflanzen ausbessern will; z. B. wenn man die Knollen in innigere Be-

rührung mit dem Boden bringen und die Höhe der locker aufgeschütteten Dämme verringern will oder wenn man Schollen, die bei einer nicht rechtzeitigen Bearbeitung des Lehmbodens entstanden sind, zerkleinern will. Man trifft jedoch auch Anhänger der Walze (späte Walzarbeit) nicht nur wegen einer Einwirkung auf die Bodenoberfläche. Manche glauben, daß eine gewisse Beschädigung der äußeren Gewebe der Kartoffelstengel dadurch zu einer besseren Entwicklung der Knollen beiträgt, daß der Druck auf die Gefäßbündel verringert wird. Die Versuche von Wollny haben gezeigt, daß die Kartoffelpflanzen das Walzen ohne Schaden vertragen, daß das Walzen sogar eine gewisse Ertragssteigerung zur Folge hat (infolge der günstigen Einwirkung auf den Boden), aber nur dann, wenn die Walze im frühesten Entwicklungsstadium angewendet wird. Jede Beschädigung der aufgelaufenen Pflanzen dagegen ist nachteilig, wie auch zu erwarten war.

Wenn die jungen Pflanzen so weit herangewachsen sind, daß die Egge sie bereits beschädigen kann, wenn sie aber noch nicht so groß sind, daß sie gehäufelt werden können, dann erscheint das *Hacken* angebracht. Diese Maßnahme wird zu demselben Zweck und in derselben Art ausgeführt wie bei den Wurzelfrüchten. Man benutzt hierzu, außer den Handhacken, auch eine Handhackmaschine „Planet", welche die Arbeitsleistung wesentlich erhöht. Bei größeren Anbauflächen verwendet man Pferdehackmaschinen. Bei der zweiten Anwendung der Hacke wird tiefer als beim ersten Male gearbeitet.

Bei uns werden Hacken und Lockerung zwischen den Reihen oft nicht als getrennte Arbeiten angesehen, weil bei einer Dammkultur eine flache Lockerung mit dem Haken oder mit dem Häufelpfluge zwischen den Reihen geeignet erscheint. Im Süden dagegen bei der Flachkultur stellt die Arbeit der Hackmaschine ein unersetzbares Mittel zur Lockerung und zur Bekämpfung der Unkräuter dar, ohne dabei den Boden auszutrocknen.

Hat das Kartoffelkraut eine Höhe von 13—18 cm erreicht, so hält man allgemein den Zeitpunkt für gekommen, wo man mit dem *Häufeln* im eigentlichen Sinne beginnen kann. Bei früherem Häufeln werden die Pflanzen leicht mit Erde zugeschüttet. Ein derartiges Zuschütten der Blätter hat aber erfahrungsgemäß eine starke Verringerung des Ertrages zur Folge, weil hierdurch die assimilierende Oberfläche verkleinert wird. Außerdem wird der Boden bei zu früher Häufelarbeit stärker ausgetrocknet. Das Häufeln hat den Zweck, an den unteren Stengelteil mehr lockere Erde herauszuschaffen und dadurch auch die Möglichkeit zur Bildung einer genügenden Zahl von Ausläufern und Knollen zu bieten. Das Häufeln wird entweder mit Handhacken, vor allem in der Reihe, oder mit Häufelpflügen ausgeführt. Die Streichbleche des Häufelpfluges können verstellbar sein, um sie dem Behäufeln verschiedenaltriger Pflanzen anpassen zu können. Die Kartoffel wird gewöhnlich 1—2 mal gehäufelt. Wird das Hacken vom Häufeln nicht getrennt, wie es bei uns häufig der Fall ist, so kann öfter bearbeitet werden. Die Häufigkeit schwankt bei uns in den verschiedenen Gegenden und unter den verschiedenen Verhältnissen zwischen 1- und 5mal. Zu spätes Häufeln kann schädlich sein, weil der untere Stengelteil, der bereits grob geworden ist, nach dem Bedecken mit Erde nur langsam Ausläufer bilden kann. Das überflüssige Häufeln erzeugt gerade für diese bessere Vegetationsbedingungen, während man die unteren früher gebildeten Ausläufer und Knollen in ungünstige Verhältnisse bringt. Diese werden durch das übermäßige Bedecken in ihrer Entwicklung gehemmt und können ihre vollen Ausmaße nicht erreichen. Dabei entsteht wohl eine größere Zahl an Knollen, aber diese sind sämtlich nicht groß genug. Bei vielen Sorten fällt die Blüte gerade in die Zeit, zu welcher man mit dem Häufeln aufhören muß.

Wir müssen bemerken, daß beim Häufeln noch eine *Zusatzdüngung* möglich ist, wenn aus irgendeinem Grunde das Feld vor dem Kartoffelpflanzen nicht genügend gedüngt werden konnte.

Es kommen Fälle vor, wo das Häufeln ungünstig, sogar schädlich wirken kann, und zwar bei sehr lockerem Boden, recht trockenem Klima und bei genügend tiefem Pflanzen. Häufig jedoch ist das Häufeln unumgänglich notwendig. Die Höhe des Anhäufelns selbst hängt von den Bedingungen ab, die wir bereits bei der Betrachtung der Pflanztiefe besprochen haben. Im allgemeinen gilt die Regel, daß, je feuchter der Boden und das Klima ist, desto stärker gehäufelt werden muß (z. B. in der Nähe des Baltischen Meeres). *Umgekehrt, je trockener und lockerer der Boden, je kontinentaler das Klima ist, desto vorsichtiger muß das Häufeln ausgeführt werden;* es muß sogar ganz wegfallen und wird durch einfaches Lockern zwischen den Reihen ersetzt (z. B. in den südöstlichen Gouvernements).

Nachfolgend wird ein Versuch angeführt, durch welchen die Wirkung des Häufelns in Verbindung mit der Pflanztiefe für westeuropäische Verhältnisse untersucht worden ist[1].

Pflanztiefe cm	Nicht gehäufelt kg/ha	schwach gehäufelt kg/ha	stark gehäufelt kg/ha
20	15980	16975	17980
10	**18025**	**20330**	**21975**
5	10010	14595	15995

Hier zeigte sich deutlich eine günstige Wirkung des Häufelns. Je flacher die Knollen untergebracht waren, eine um so größere Ertragssteigerung brachte das Häufeln. Bei der Wiederholung eines solchen Versuches in trockenem Klima würden sich die höchsten Ertragszahlen aus der äußersten rechten in die mittlere und sogar in die linke Spalte der Tabelle verschieben. In Übereinstimmung hiermit vermeiden unsere Wirtschaften im Schwarzerdegebiet das Häufeln besonders in trockenen Sommern. Sie beschränken sich auf 2 maliges Hacken mit Hackmaschinen (z. B. Guty, Gouvernement Charkow). Auf der Versuchsstation in Besentschuk (Gouvernement Samara) sprechen die Versuchsergebnisse ebenfalls zuungunsten des Häufelns. Die Versuchsstationen in Poltawa und in Charkow haben festgestellt, daß das Häufeln im Vergleich zum Hacken keine Ertragssteigerung herbeiführt. Aber dies alles bezieht sich, wie gesagt, auf Gebiete, die nicht über genügende Niederschläge verfügen.

Die *Richtung der Dämme,* in Beziehung zum Licht, spielt anscheinend keine große Rolle. Nach den Versuchen von Marek ergab sich für Deutschland als die hinsichtlich des Lichtes günstigste Richtung: die Nordsüdrichtung. Man kann jedoch annehmen, daß unter anderen klimatischen Verhältnissen dieses Ergebnis nicht überall die gleiche Gültigkeit besitzt.

Bei geringeren Anbauflächen empfiehlt sich als Pflegemaßnahme das *Abpflücken der Blüten,* um so einen größeren Nährstoffstrom aus den Blättern zu den Knollen herbeizuführen. Die Wirkung dieser Maßnahme ist aber anscheinend nicht so bedeutend, daß sie bei größeren Kartoffelflächen durch die erzielte Ertragssteigerung die Kosten dieser Arbeit bezahlt machen würde.

Bei Sorten, die reichlich Blüten und Früchte ausbilden, würde das Abpflücken der Blüten wirksamer sein als bei Sorten, die spät und wenig blühen und wenig Früchte ansetzen.

Sobald die Pflanzen den Boden decken, müssen alle Pflegearbeiten beendet sein, um ein Brechen des Kartoffelkrautes zu vermeiden. In diesem Stadium erdrückt die Kartoffel die Unkräuter selbst und verhindert die Bildung einer Kruste dadurch, daß sie den Boden vor Regen schützt.

[1] Der Versuch wurde in Sachsen von Lilienfeld ausgeführt. Jber. ges. Landw. 17, 207.

Die oben beschriebenen Pflanz- und Pflegemethoden werden dann angewandt, wenn sich die Kartoffel in mehr oder weniger geeigneten Verhältnissen entwickelt. Dies ist jedoch nicht immer der Fall. Als mit der Zunahme der Anbaufläche die Kartoffel immer häufiger unter ungünstigeren Verhältnissen angebaut wurde und die Landwirte seit der Mitte des verflossenen Jahrhunderts sehr von der sich ausbreitenden Kartoffelkrankheit bedroht wurden, mußte man dazu übergehen, die eine oder die andere, diesen neuen Verhältnissen entsprechende, Pflanzmethode auszuarbeiten oder sich wenigstens bemühen, solche Methoden auszuarbeiten, von denen zahlreiche existieren. Sie stellen jedoch recht spezielle Methoden dar und besitzen nur begrenzte Anwendungsmöglichkeiten. Wir wollen in Kürze drei von ihnen näher betrachten: die Methoden von Pinto, Gülich und Michailow.

Die *Methode von* Pinto besteht darin, daß man die Knollen auf vorbereitetem Boden in markierte Furchen auslegt. Sie werden nur angedrückt, aber nicht zugedeckt. In dieser Lage läßt man sie ziemlich lange Zeit liegen (1—3 Wochen). Wenn die Lichtkeime erscheinen, werden sie mit Erde zugedeckt und nicht mehr gehäufelt. Es ist klar, daß diese Methode, die nach den Versicherungen des Erfinders weit höhere Erträge als die gewöhnliche Pflanzart bringt, nur auf einem bindigen, sehr feuchten Lehmboden Verwendung finden kann, wo, wie wir schon wissen, die Kartoffel nur flach untergebracht werden darf und das Pflanzen der Kartoffel stattfinden muß, wenn die Frühjahrsfröste vorbei sind; sonst leiden die Knollen unter Frost. Das Liegenlassen der Knollen für eine gewisse Zeit in unbedecktem Zustande, d. h. wenn sie der Einwirkung der Luft und des Lichtes überlassen bleiben, wird offenbar durch die günstige Wirkung des Anwelkens begründet, durch das sich wahrscheinlich auch die Ertragssteigerung bei der angegebenen Methode teilweise erklären läßt.

Die *Methode von* Gülich teilt jeder einzelnen Pflanze einen sehr großen Standraum zu: rund 1 qm. Der zum Pflanzen vorbereitete Boden wird durch die Furchen des Häufelpfluges in Vierecke eingeteilt. Um die Kreuzungsstellen wird Stallmist kreisförmig verteilt derart, daß er die Kreuzungspunkte selbst nicht zudeckt. Auf den Kreuzungen werden dann kleine Erdhäufchen aufgeschüttet. In diese Erdhäufchen werden Knollen mit dem oberen Teil nach unten gelegt. Die Triebe, die nun kreisförmig unter der Knolle hervorwachsen, weil die Knolle mit dem oberen Ende nach unten gepflanzt wurde, werden je nach ihrem Längenwachstum mit lockerer Erde derart angehäufelt, daß man zwischen den Reihen teils mit Pferdegeräten, teils mit Handhacken arbeitet. Die Erde wird auch in die Mitte zwischen die ringförmig hervorwachsenden Triebe der Staude geschüttet, die sich infolgedessen etwas nach unten biegen. Man erhält schließlich gebogene Triebe, die zum größten Teil mit Erde zugedeckt sind und nach allen Richtungen von der Knolle ausstrahlen. Die Versuche, die zur Prüfung dieser Methode in großer Anzahl angestellt worden sind, konnten eine Ertragssteigerung von der Flächeneinheit, die erwartet wurde, nicht feststellen. Der Grund hierfür liegt darin, daß der hohe Ertrag einer einzelnen Pflanze, der erstaunliche Zahlen bei der Ertragsberechnung aus dem Vielfachen des Pflanzgutes ergibt, noch lange keine hohe Ernte von der Flächeneinheit bedeutet, weil die weite Pflanzart der einzelnen Knollen (10000 Knollen auf 1 ha anstatt 30000—40000) die Ernte weit mehr herabsetzt als die kräftigere Entwicklung der Einzelpflanzen diese zu steigern vermag. Dies ist gewöhnlich ein Fehler von Erfindern, die ihre Berechnungen auf dem Vielfachen des Pflanzgutes basieren. Die Hoffnung Gülichs, daß seine Methode die Kartoffeln dadurch vor der Naßfäule bewahren würde, daß die Regenmassen die Konidien von den gebogenen Ausläufern in die Furchen abwaschen würden, hat sich ebenfalls nicht erfüllt. Infolge der häufigen Bedeckung der Triebe mit Erde entstehen die besten Vegetationsbedingungen für die oberen jüngsten Triebe, während die früher gebildeten Stolonen in weit schlechtere Verhältnisse gelangen. Eine verspätete Reife der unteren Knollen und eine Unmenge kleiner unreifer Knollen oben ist die Folge. Abgesehen davon kann die Methode Gülichs, weil sie außerdem sehr teuer und mühselig ist, nur in gärtnerischen Betrieben oder bei Saatgutmangel Anwendung finden.

Nur eine ähnlich beschränkte Anwendung kann auch die *Methode von* Michailow finden, die den vorher beschriebenen auch der Ausführung nach ähnlich ist. Bei dieser Methode verfährt man folgendermaßen: Auf den Beeten werden in großen Abständen voneinander Löcher gegraben. In diese werden die Knollen auf Stallmist gelegt und dann mit Erde zugedeckt. Von den auflaufenden Trieben werden vier an eine Stange gebunden, die anderen dagegen, wenn sie eine gewisse Länge erreicht haben, sternförmig auf das Beet hingelegt und mit Erde zugeschüttet. Ebenso werden auch die unteren Teile der angebundenen Triebe mit Erde bedeckt. Wenn sich aus den wagerechten Ausläufern neue Triebe bilden, werden sie von neuem mit Erde zugedeckt. Gleichzeitig werden auch die senkrechten Triebe ständig bedeckt. Schließlich erzielt man eine stark entwickelte Pflanze, die 15—16 kg Knollen liefert; dabei erhält man bei der Umrechnung auf die Flächeneinheit riesige Zahlen, die bei ausgedehntem Anbau niemals erreichbar sind.

Außer von den üblichen Ursachen für den Unterschied zwischen Erträgen, die von Bruchteilen eines Hektars erhalten werden, und solchen, die tatsächlich erhalten worden sind, wird der Ertragsunterschied manchmal auch noch dadurch verursacht, daß man nur die Fläche der Beete mißt, die Fläche zwischen den Beeten dagegen nicht beachtet.

11. Reife und Ernte der Kartoffel.

Zum Herbst sterben die Blätter allmählich ab und fallen zu Boden. Ihr ursprüngliches Gewicht nimmt ab, dasjenige der Knollen dagegen nimmt zu. Die prozentuale Veränderung des Gewichtes der verschiedenen Teile der Kartoffelpflanze wurde von AIMÉ GIRARD verfolgt. Auf Grund seiner genauen Gewichtsuntersuchungen kann man sich davon folgendes Bild machen. Die Kurve des Trockensubstanzgewichtes der Knolle hebt sich allmählich, erreicht im Augenblick der vollen Reife den höchsten Punkt, auf dem sie auch weiter bleibt, weil zu dieser Zeit das Kartoffelkraut schon abgestorben ist, Stärke nicht mehr gebildet wird und sich also nicht mehr in der Knolle ansammeln kann. Die Kurve des Knollengewichtes (Rohsubstanz) hebt sich ebenfalls allmählich, erreicht das Maximum im Augenblick der Reife und kann sodann etwas sinken infolge des Wasserverlustes durch die Knollen. Die Kurve der Blätter- und Stengelgewichte endlich fällt nach einem regelmäßigen Ansteigen und nach dem Erreichen des Maximums zu einer bestimmten Zeit allmählich ab, was auch dem allmählichen Absterben und Abfallen der Blätter entspricht.

Nach den Ergebnissen, die G. M. MIRSOJEW auf dem Versuchsfelde in Petrowsko-Rasumowskoje für die Kartoffelsorte „Woroneshskij" im Jahre 1918 erhalten hat, drückt sich *der Reifevorgang der Kartoffel* (für eine Pflanze) dann folgendermaßen aus:

	29. Juli	12. August	26. August	9. September	24. September
Gewicht des Krautes . . . . . g	144,0	184,0	*302,0*	215,0	149,0
Knollengewicht . . . . . g	34,0	138,0	316,0	334,0	*447,0*
Stärke . . . . . %	10,9	12,9	18,6	21,4	21,2
Stärkevorrat je Staude . . . . . g	3,7	17,8	58,8	71,5	*101,1*

Mit dem Größerwerden der Knollen ändert sich auch ihre Zusammensetzung; der Wassergehalt sinkt, der Stärkegehalt steigt. Der Gehalt an löslichen Kohlehydraten, die als Material zur Stärkebildung aus den Blättern den Knollen zuströmen, wird kleiner. Es sinkt auch der *prozentuale* Zelluloseinhalt infolge der Stärkeansammlung in den Zellen. Es folgt ein Beispiel von AIMÉ GIRARD über die *Zusammensetzung der Trockensubstanz* der Knollen:

	Saccharose %	Glykose %	Stärke %	stickstoffhaltige Substanzen N · 6,25 %	Asche %	Rohfaser %
2. Juli	10	4,5	56,7	9,2	5,8	11,2
20. September .	1	—	72,4	10,0	5,4	8,3

Die Kartoffelernte müßte nach dem Absterben des Krautes beginnen. Man kann jedoch nicht immer bis zu diesem Zeitpunkt mit der Ernte warten, weil manche Sorten in unserem Klima nicht einmal zum endgültigen Abblühen gelangen. Von der *Reife der Knollen* kann man gewissermaßen unabhängig von allem anderen sprechen. Man kann auf die Reife schließen entweder nach der Stärkebestimmung oder nach unmittelbaren Merkmalen, die im großen und ganzen ebenfalls auf die Beendigung der Stärkebildung hinweisen, wie das leichte Abtrennen der Knollen von den Stolonen, die allmählich ihr Wasser verlieren

und trocken werden und der Ersatz eines Teiles der Epidermis durch eine festere Schutzschicht (Korkschicht) sowie das Abschälen der Epidermis.

Die *Zeit der Ernte* kann nicht immer mit dem Augenblick der Knollenreife zusammenfallen. Oft zwingen verschiedene Umstände die Kartoffeln früher zu ernten; z. B. Frostgefahr oder wirtschaftliche Überlegungen, obgleich man immer bedenken muß, *daß sich unreife Knollen schlecht aufbewahren lassen.* Es kann allerdings auch vorkommen, daß man mit der Ernte bedeutend später beginnt, als es die natürliche Reife zulassen würde. Man läßt z. B. frühe Sorten manchmal bis zum Herbst im Boden, nämlich den Teil der Ernte, der aufbewahrt werden soll, weil die Kartoffeln im Boden besser aufbewahrt werden als auf irgendeine andere Art, sofern keine Schädlinge vorhanden sind. Bei uns beginnt man mit der Kartoffelernte gewöhnlich im September, abgesehen von den Frühsorten und von der Ernte junger Kartoffeln, die lange vor der Reife geerntet werden.

Die Kartoffelernte wird mit verschiedenen Hand- und Pferdegeräten ausgeführt. Von den *Handgeräten*, wie Spaten, Hacke, Forke, forkenähnliche Hacke sind die beiden letzten Geräte die geeignetsten, weil sie den Boden am besten zerkleinern und die Knollen am besten von der Erde trennen. Die Handarbeit ist jedoch sehr teuer und nur auf kleinen Flächen möglich. Sie ist bei Sorten mit gedrungenen Stauden und bei lockerem Boden eher angebracht, bei zerstreuter Knollenlage dagegen und festem Boden steigt der Arbeitsaufwand sehr.

Von den *Gespanngeräten* werden angewandt: der Pflug und der Haken, der Häufelpflug und Spezialgeräte, die als Kartoffelerntemaschinen bezeichnet werden. Die beiden erstgenannten Geräte pflügen die Knollen heraus und werfen sie mit der Erde zusammen zur Seite, wobei die Knollen teilweise wieder mit Erde bedeckt werden. Zur Freilegung der restlichen Knollen wird geeggt, manchmal wird auch zum zweitenmal gepflügt. Der Haken wird deshalb als geeigneter angesehen, weil er die Knollen weniger verschüttet und sich mit dem Kartoffelkraut nicht so stark verstopft. Der Häufelpflug ist nur bei flachgepflanzten Kartoffeln auf trocknem Boden und bei abgestorbenem oder abgemähtem Kraut angebracht. Dichtes grünes Kartoffelkraut verstopft den Häufelpflug; dadurch werden die ausgepflügten Knollen wieder mit Erde zugeschüttet. Der Pflug mit entferntem Streichbrett kann sich ebenfalls mit Kraut verstopfen. Er liefert auch noch einen größeren Prozentsatz zerschnittener Knollen als der Haken. Unter den Kartoffelerntemaschinen kann man 2 Arten unterscheiden: 1. Die einfacheren Maschinen sind Geräte (Kartoffelpflüge), die nach Art des Häufelpfluges gebaut sind, deren Streichbrett jedoch nicht aus einem Stück, sondern aus Stäben besteht, die fingerartig und nach hinten etwas auseinandergehend angeordnet sind. 2. Maschinen von recht verschiedener Ausführung. Eine Übergangsform von den Pflügen zu den Maschinen stellt der Kartoffelgräber von Dombasle dar. Er unterscheidet sich von den Pflügen durch ein eigenartiges, sehr breites Schar und vor allem dadurch, daß sich das Sieb, das am Schar angebracht ist, während des Ganges der Maschine in andauernder schüttelnder Bewegung befindet, wodurch eine vollkommenere Trennung der Erde von den Knollen erreicht wird.

Die schleudernden Kartoffelerntemaschinen nach dem System *Münster* mit verschiedenen Abänderungen haben die Eigentümlichkeit, daß die Bodenschicht, die vom Schar abgeschnitten wird und in der sich die Kartoffelstauden befinden, von Gabeln in der Querrichtung bearbeitet wird. Die Gabeln sind senkrecht auf einer drehbaren Achse angeordnet. Beim Drehen dieses Sternes ergreifen die Gabeln die Stauden, heben sie und werfen sie zur Seite, so daß sich die Knollen in einem Streifen parallel zum Gang der Maschine hinlegen. Damit die Knollen nicht zu weit geworfen werden, bringt man noch Fangrechen an; dadurch werden die Knollen in einem geraderen Streifen abgelegt.

Interessant ist die Kartoffelerntemaschine von HARDER wegen ihres leichten Gewichtes. Die Gabeln bleiben hier die ganze Zeit in fast senkrechter Stellung, sie dringen in die Erde ohne unnötige Drehbewegung nach Art einer gabelförmigen Hacke ein. Sie erfassen die Erde senkrecht zur Reihe und, indem sie sich fast senkrecht heben, schleudern sie die Kartoffeln nicht so nach oben wie die „werfenden" Maschinen. Sie verstopfen sich auch nicht so leicht mit Kraut. Ihre Leistung, mit zwei kräftigen Pferden bespannt, beträgt 4,5 ha je Tag. Die Kartoffelerntemaschine *„Champion"* und ähnliche untergraben mit dem Schar die Bodenschicht und heben sie dann mit den Kartoffeln zusammen auf einen Siebelevator, bei dessen Erschütterung die Erde durch die Siebe fällt, die Kartoffeln dagegen auf der Erdoberfläche in der Maschinenspur abgelegt werden. Diese Elevatormaschinen sind jedoch in der Arbeit sehr schwerfällig und umständlich.

Nach der Arbeit der Kartoffelerntemaschinen ist noch viel Handarbeit zum Auflesen der Knollen erforderlich; teils müssen die Knollen aus der Erde hervorgeholt, teils sogar vom Kraut getrennt werden. Viele Kartoffelerntemaschinen verlangen vorheriges Abmähen und Entfernen des Kartoffelkrautes[1]; andere ergeben einen bedeutenden Prozentsatz an beschädigten Knollen. Wenn sie auch auf Sandböden leicht arbeiten, versagen sie oft auf schweren und feuchten Böden. Die Kartoffelerntemaschine ist noch nicht völlig durchgebildet und ihre Verbreitung ist im Vergleich zur Verbreitung der Mähmaschine noch gering[2].

Das Auflesen der herausgegrabenen Knollen erfordert noch recht viel Arbeit. Weil diese Arbeit in den Herbst fällt und das Wetter unbeständig ist, so kann auch bei größeren Anbauflächen eine erhebliche Arbeitsleistung erforderlich werden[3].

So gebraucht man bei einer Ernte von 147 dz je Hektar 27—31 Arbeiterinnen auf 1 ha. Zum Abtransportieren gebraucht man 3—4 Kastenwagen je Tag, wenn es die Entfernung vom Hofe jedem Wagen erlaubt, 3—4mal abzufahren. Hat man genügend Wagen zur Verfügung, so kann man sie in gleichmäßigen Abständen auf dem Felde aufstellen und sie aus Körben u. dgl. auffüllen, während in den übrigen Wagen die vorher geernteten Kartoffeln abgefahren werden. Ohne dieses Hilfsmittel muß man die geernteten Kartoffeln auf dem Felde in Haufen zusammentragen und mit Kartoffelkraut vor Regen und Frost schützen. Dabei muß man aber wieder erneute Arbeit zum Füllen und Leeren der Körbe beim Aufladen der Wagen aufwenden. Erntet man in Säcken, so vereinfacht sich das Verfahren erheblich, sofern genügend Säcke vorhanden sind.

Hat man keine Säcke, so nimmt man zur Beschleunigung der Kartoffelernte Schubkarren, die um ihre Achse umkippbar sind und dabei entleert werden können. Bei Wagen wird die Hinterwand herausnehmbar angebracht, damit man die Kartoffeln mit Hilfe einer Schaufel schnell entladen kann usw.

Wenn das Wetter nicht zu äußerster Eile zwingt, kann man die Kartoffeln schon bei der Ernte auf dem Felde sortieren entweder in große, kleine und kranke oder nur in gesunde und kranke, wofür jeder Arbeiterin zwei Körbe zur Verfügung gestellt werden. Hierauf werden die Kartoffeln abtransportiert und direkt in die Aufbewahrungsräume gebracht. Dies ist möglich, wenn sie reif und trocken sind. Die nicht ganz ausgereifte Kartoffel ist manchmal zu wasserhaltig und im Lagerzustande nicht haltbar, deswegen empfiehlt es sich, sie etwas abwelken zu lassen,

[1] Dabei bedient man sich eines Pferderechens.

[2] Näheres über Kartoffelerntemaschinen siehe in den Arbeiten von SLADKOW: Nachr. d. Bur. f. landw. Technik **1912**. — DUDNIKOW: Ebenda **1913**.

[3] Besondere Maschinen für diesen Zweck sind noch weniger verbreitet als die Kartoffelerntemaschinen.

bevor man sie in Lagerräumen unterbringt. Wurde die Kartoffel bei feuchtem Wetter geerntet, so muß sie vor dem Lagern getrocknet werden. Hierzu werden die Kartoffeln in nicht zu dicker Schicht an geschützten, jedoch gut durchlüftbaren Stellen aufgeschüttet.

In diesem Falle werden die Kartoffeln nach dem Trocknen sortiert. Dies muß um so sorgfältiger ausgeführt werden, je länger man die Kartoffel aufbewahren will. Besonders sorgfältig werden die mittelgroßen Knollen ausgelesen und aufbewahrt, die wieder als Saatgut dienen sollen.

Weil das *Sortieren* mit der Hand nach der Größe teuer ist, so sind Kartoffelsortiermaschinen vorgeschlagen worden. Am häufigsten sind dies rotierende Zylinder aus dickem Draht mit verschieden großen Maschen, durch welche die verschieden großen Knollen hindurchfallen. Eine vereinfachte Sortiervorrichtung kann man sich aus Holz herstellen[1]. Dieses Gerät besteht aus einer schiefen Ebene, deren längliche Spalten (Zwischenräume zwischen den einzelnen Latten) nach dem einen Ende hin größer werden. Die Kartoffeln werden mit Besen darüber befördert, wobei zuerst die kleinen Knollen, dann die mittleren durchfallen; die großen dagegen erreichen das Ende ohne hindurchzufallen. Dieses Gerät ist nicht teuer, es verletzt die Knollen nicht und man kann mit seiner Hilfe an einem Tage mehr als 170 dz sortieren.

Die Kartoffelernte schwankt recht stark je nach Sorte, Klima, Boden und nach den wirtschaftlichen Verhältnissen. Auch sind die Vorstellungen über eine mittlere Kartoffelernte recht schwankend. Die mittlere Ernte für ein ganzes Land, wie sie gewöhnlich durch die Statistik festgestellt wird, ist gewöhnlich bedeutend niedriger als das, was die einzelnen Landwirte unter einer mittleren Ernte verstehen. Auch wird die mittlere Ernte vom Landwirt nach Augenmaß gewöhnlich höher eingeschätzt als die Zahlen einer 10jährigen Buchführung nachweisen. Außerdem blieben zu verschiedenen Zeiten in den einzelnen Ländern die Kartoffelernten nicht auf der gleichen Höhe. So bewirkte das Auftreten der Kartoffelkrankheit (Phytophthora) in den 40er Jahren des 19. Jahrhunderts ein bedeutendes Sinken der Kartoffelernte. Vor dieser Zeit bezeichneten die besten Landwirte im Westen 150 dz als mittelmäßige, 220 dz als mittlere und 300 dz/ha als eine gute Kartoffelernte. Nach dieser Zeit dagegen sanken diese Zahlen auf 110, 150, und 220 dz/ha. In den 80er Jahren errechnete Blomeyer die mittlere Ernte für Deutschland bei guter Wirtschaftsführung ebenfalls je nach der Bodeneigenschaft: auf sandigen Böden 75—80 dz, auf leichtem, sandigem Lehm 125—150 dz je Hektar. Von den 90er Jahren aber bis 1910 erhöhte Deutschland seine Kartoffelernte um 50%. 133 dz/ha bedeuteten nach der Statistik eine mittlere Ernte für Deutschland. Bei uns ist diese Durchschnittsernte für das ganze Land halb so groß — 66 dz.

Auf der Farm der Akademie dagegen überschreiten die Kartoffelernten 220 dz, auf dem Versuchsfeld sogar 300 dz/ha.

Wie oben erwähnt wurde, können die Kartoffelernten bei normalen Kulturbedingungen, wenn die Phytophthora nicht zu sehr verbreitet ist, das *10fache* der Getreideernten bringen. Weil aber das Getreidekorn rund 15% Wasser enthält, die Kartoffelknolle dagegen rund 75%, *so beträgt die Ernte an Trockensubstanz in den Kartoffelknollen das 3fache der Ernte an Trockensubstanz im Korn.*

Die Masse des *Kartoffelkrautes* macht 25—50% des Knollengewichtes aus. Ist das Kraut bis zur Erntezeit nicht abgestorben, so wird es als Futter verwendet, aber mit Vorsicht, am besten als Sauerfutter. In kleinen Wirtschaften findet manchmal das getrocknete Kartoffelkraut zur Fütterung der Schafe Verwendung;

[1] Siehe Chartschenko: Ernte und Aufbewahrung der Futtermittel.

es muß aber gut getrocknet sein. In letzter Zeit benutzt man dazu Kartoffelkraut, das in Trockenanlagen getrocknet worden ist. Derartiges Kraut entspricht in seinem Nährstoffgehalt gutem Heu, sofern es gut geerntet und nicht mit Erde beschmutzt worden ist, was durch Abmähen und Abtragen des Kartoffelkrautes erreicht werden kann. In Deutschland wird das Kraut, das vor der Kartoffelernte gemäht wurde, erfolgreich als Viehfutter verwendet.

Die *Kartoffelnutzung* ist in den einzelnen Ländern recht verschieden. So besitzt die Kartoffel bei uns (und dies war auch vor dem Kriege bereits der Fall) an 1. Stelle Bedeutung als menschliches Nahrungsmittel, an 2. Stelle zur Herstellung technischer Erzeugnisse und erst an 3. Stelle als Futtermittel. Deutschland dagegen hat vor dem Kriege rund ein Drittel seiner gesamten Kartoffelernte an das Vieh verfüttert, etwas weniger als ein Drittel wurde von der Bevölkerung als Nahrungsmittel verbraucht und rund ein Drittel stand den übrigen Möglichkeiten zur Verfügung: zur technischen Verarbeitung, als Saatgut, zum Ausgleich der Fäulnisverluste. Weil aber Deutschland je Kopf 4mal soviel Kartoffeln produziert als wir, so stellte Deutschland, absolut betrachtet, jedem Menschen eine fast doppelt so große Kartoffelmenge zur Verfügung als in Rußland der Fall war.

12. Die Aufbewahrung der Kartoffel.

Bei der *Aufbewahrung* der Kartoffel muß man möglichst eine *Herabsetzung der Verluste* erreichen, die durch zahlreiche Umstände veranlaßt werden können. Erstens atmet die Kartoffelknolle wie jedes andere lebende Pflanzenorgan, d. h. es erfolgt ein Abbau eines Teiles der organischen Substanz (Stärke und Zucker) bis zu Kohlensäure und Wasser. Zweitens kann die Kartoffel auskeimen, wobei zur Bildung der Keime große Mengen organischer Substanz verwendet werden; die Stärke setzt sich in Rohfaser um. Außerdem atmen die Keime energischer als die Knollen selbst. Drittens erfolgt bei einer Fäulnis nicht nur ein großer Substanzverlust durch die Atmung der Pilze und Bakterien, die sich auf der Kartoffelknolle entwickeln, sondern es erfolgt auch eine Qualitätsverschlechterung der anderen nicht von Pilzen befallenen Gewebeteile einer Knolle; besonders bedeutungsvoll ist dieses Schlechterwerden für die Speisekartoffel. Außer Substanzverlusten können bei der Aufbewahrung auch unerwünschte Umwandlungen stattfinden, so z. B. ein Übergang von Stärke in Zucker, wodurch der Wert einer Kartoffel, die entweder zu Stärke- oder Speisezwecken dienen soll, herabgesetzt wird. Es sind auch Wasserverluste möglich, die eine gewisse Grenze überschreiten oder die für den Verkauf lange aufbewahrter Kartoffeln ungünstig sind, weil der Markt den gestiegenen Gehalt an Trockensubstanz nicht bezahlt. Der Kältetod durch Erfrieren ist an sich nicht mit Trockensubstanzverlusten verbunden, jedoch zieht dieses Absterben einen Verlust an Trockensubstanz unfehlbar nach sich, wenn die Kartoffel wieder auftaut. Bei dem Absterben der Zelle verändern sich die osmotischen Eigenschaften des Plasmas, der Zellsaft tritt in die Interzellularräume ein. Die toten Zellen sind gegen Pilze und Bakterien wehrlos; der Eintritt einer Fäulnis ist unvermeidlich. Weil die Kartoffelknolle reich an Wasser ist, so erscheint die *Temperatur* als der Faktor, der auf den Gang der genannten Prozesse, wie Atmung, Keimung, Fäulnis usw. entscheidend einwirkt. Darin besteht der Hauptunterschied der Kartoffel von den verhältnismäßig wasserarmen Getreidekörnern, bei deren Aufbewahrung die Feuchtigkeit als wichtigster Faktor erscheint, weil er sich im Minimum befindet.

Weil die Wirkung der Temperatur so einflußreich auf die wasserhaltigen Knollen ist, erscheint die *Unterbindung von Temperaturschwankungen* nach unten

wie nach oben als erste Aufgabe bei der Aufbewahrung der Kartoffeln. Diese Schwankungen dürfen nur innerhalb recht enger Grenzen, in denen nur ein Minimum an unerwünschten Veränderungen erreicht wird, stattfinden. Unter 0° darf die Temperatur nicht sinken. Die Kartoffel gefriert allerdings bei 0° noch nicht, sie kann sich (nach MÜLLER-THURGAU) bis auf minus 3° oder 4° C abkühlen. Nach der Unterkühlung jedoch beginnt eine rasche Eisbildung, wobei die Temperatur zeitweise bis auf minus 0,5° C oder fast so hoch ansteigt. Diese Temperatur entspricht dem Gefrierpunkt des Zellsaftes. Nach völliger Eisbildung folgt die Knollentemperatur der Außentemperatur.

Die *erfrorene Kartoffel* ist als Saatgut natürlich unbrauchbar. Läßt man sie aber nicht auftauen und daher auch nicht faulen, so kann sie noch zu Futterzwecken für das Vieh oder zur Spiritusgewinnung verwendet werden, wenn man die erfrorenen Knollen unmittelbar dämpft. Bei einer niedrigen Temperatur wird die Kartoffel *süßlich*. Gewöhnlich denkt man, daß die Kartoffel durch Erfrieren süß wird, dem ist aber nicht so. *Die Kartoffel kann gefroren und nicht süß und umgekehrt süß und nicht gefroren sein.* Der bei der Speisekartoffel unangenehm süße Geschmack hängt, wie MÜLLER-THURGAU gezeigt hat, von einer Anhäufung von Glykose und teilweise auch Saccharose in der Knolle ab bei einer Temperatur unter 0°, aber noch *oberhalb der Temperatur des Erfrierens der Knolle*. MÜLLER bestimmte die Zuckermenge in frischen, schnell erfrorenen und langsam erfrorenen Knollen. Es zeigt sich, daß

frische Knollen enthielten	0,19 %	Zucker
schnell erfrorene Knollen enthielten	0,18 %	„
langsam erfrorene Knollen enthielten . . .	0,78 %	„

Bei diesem Versuch kam MÜLLER auf den Gedanken, daß die Kartoffel bei langer Aufbewahrung in niedriger Temperatur süß wird. Daher brachte er die Kartoffeln in einen Keller mit einer Temperatur von 1—2° unter Null. Am siebenten Tage hatten die Knollen einen widerlich-süßen Geschmack. Etwas später ergab die Analyse einen Zuckergehalt von 2,5 % anstatt der üblichen Bruchteile eines Prozent. Im Geschmack macht sich schon ein Zuckergehalt von 1 % bemerkbar; 2 % dagegen machen den Geschmack der Knolle schon sehr unangenehm. In beiden Fällen fehlte es an der entsprechenden Stärkemenge. Je näher das Frühjahr, um so größer die Neigung, bei sinkender Temperatur Zucker zu bilden. Zum Teil hängt die Energie der Zuckerbildung auch von der Sorte ab. MÜLLER fand, daß in den Knollen gleichzeitig 3 Prozesse stattfinden: 1. die Zuckerbildung aus Stärke unter Mitwirkung eines Fermentes, 2. eine teilweise Rückbildung des Zuckers in Stärke und 3. ein Zuckerverbrauch durch Atmung. Beim Sinken der Temperatur bis zu 0° wird die Tätigkeit des zuckerbildenden Fermentes noch nicht in dem Maße abgeschwächt wie das Atmen, das stark eingeschränkt wird. Ebenfalls wird die Rückbildung der Stärke aus Zucker verringert. Infolgedessen häuft sich Zucker an und die Kartoffel wird süß. MÜLLER stellte fest, daß sich nach einer Woche eine Verbesserung des Geschmackes und eine Verminderung des Zuckergehaltes zeigte, wenn man die Kartoffel in ein Zimmer mit einer Temperatur von 20—30° bringt, wo die Atmung, daher auch der Zuckerverbrauch, stark erhöht wird; übrigens gelingt ein solcher Versuch nicht bei allen Sorten gleich leicht.

Den Prozeß der Rückbildung von Stärke aus Zucker bemerkte MÜLLER daran, daß die Menge der durch die Ausatmung der süßen Kartoffel ausgeschiedenen Kohlensäure geringer war, als man nach der Abnahme des Zuckergehaltes hätte annehmen müssen.

Eine süße Kartoffel ist, wenn sie nicht erfroren ist, keimfähig. Sie bietet auch keine Schwierigkeiten bei der Spiritusgewinnung (eher sogar umgekehrt), gibt aber einen geringeren Ertrag bei der Stärkeherstellung und setzt den Wert als

Speisekartoffel herab. Zum Frühjahr steigt infolge der verstärkten Tätigkeit der Fermente die Neigung der Kartoffel, süß zu werden.

Wenn bei der Kartoffelaufbewahrung die Temperatur, um die Gefahr des Erfrierens und der Zuckeranhäufung zu vermeiden, nicht unter eine gewisse Grenze sinken darf (z. B. $+ {}^1/_2{}^0$), *so darf sie auch eine gewisse Temperaturhöhe nicht überschreiten.* Oberhalb dieser Grenze fault die Kartoffel leicht, abgesehen von einem unverhältnismäßig großen Verlust durch die Atmung. Außerdem keimt die Kartoffel zum Frühjahr hin leicht.

Soll die Kartoffel nicht süß werden, so wird sie am besten bei einer Temperatur von $+ 4^0$ aufbewahrt.

Die *obere zulässige Temperaturgrenze* bei der Kartoffelaufbewahrung läßt sich nicht so bestimmt festlegen wie die untere. Eine Erwärmung der Kartoffel ist dagegen häufig gefährlicher als das Erfrieren, weil das Erfrieren an den Rändern beginnt und allmählich vorschreitet, die Erwärmung dagegen im Innern der Knollenmasse am höchsten ist. Bemerkt man sie nicht rechtzeitig, so kann hierdurch eine viel größere Kartoffelmenge vernichtet werden als durch teilweises Erfrieren der Außenseiten der Miete. Schon oberhalb von 4^0 C macht sich die Atmung bemerkbar; darüber hinaus besteht die Gefahr der Keimung. Deswegen liegen bei der Kartoffelaufbewahrung die anzustrebenden Temperaturgrenzen zwischen $+ 0{,}7$ und $- 2{,}5^0$ C.

Manchmal schützt man die erfrorene Kartoffel nur vor dem Auftauen, um sie allmählich nach Zerkleinerung auf einer Rübenschnitzelmaschine ohne jede andere Vorbereitung an das Vieh zu verfüttern.

Wenn die Kartoffel auch reichlich Wasser enthält, so dürfen doch die *Aufbewahrungsräume* nicht feucht sein, weil in einer trocknen Atmosphäre Pilzsporen und Bakterien, wenn sie auf die die Kartoffel umgebende Korkschicht gelangen, das Wasser der Kartoffel zu ihrer Entwicklung nicht auszunutzen vermögen. In einer feuchten Atmosphäre dagegen, die eine Kondensation der Wasserdämpfe begünstigt, wird den Sporen das Wachsen erleichtert; in einem feuchten Raum fault die Kartoffel deshalb leichter.

Daher muß die Kartoffel in *frostsicheren, aber kühlen und trocknen Räumen* aufbewahrt werden. Weil die Kartoffeln im Tageslicht grün werden, was ebenfalls nicht erwünscht ist, so werden die Räume für die Kartoffelaufbewahrung *dunkel* eingerichtet. Sind diese Bedingungen erfüllt, so sind die Verluste sogar bei längerer Aufbewahrung gering. Verlustlos allerdings kann die Aufbewahrung nicht sein, wenn man nicht zum Trocknen der Kartoffel Zuflucht nimmt. So verlor die Kartoffel in einem Versuch, der in Deutschland (von SAARE) bei guter Regulierung der Temperatur (4—5° C) ausgeführt wurde, innerhalb von 6 Monaten (Oktober bis März) bei 2 Sorten nur 5,5 und 8 % ihres Stärkegehaltes; der Prozentgehalt sank in einem Fall von 18 auf 17, im anderen von 16,3 auf 15,0.

Wie groß die *Verluste* sein können, wenn die Kartoffel nicht so aufbewahrt wird, wie sie aufbewahrt werden soll, zeigen Versuche von NOBBE, und zwar waren an Stelle von 100 Teilen bei Beginn des Versuches nach 6 Monaten noch vorhanden:

	im trocknen Raum		im feuchten Raum	
	10—16° C %	22—24,5° C %	10—16° C %	22—24,5° C %
Vom Gesamtgewicht	65,9	42,7	79,8	42,3
Von dem Ausgangsvorrat an Stärke	87,0	59,0	65,0	50,8

Um die Verluste auf ein Minimum herabzudrücken, wird die Kartoffel in Räumen verschiedener Art aufbewahrt. Diese sind entweder massive Gebäude oder Teile von solchen oder Gebäude billiger Bauart, jedoch von mehrjähriger

Nutzungsmöglichkeit, oder aber Mieten aus Stroh und Erde, die jährlich wieder neu errichtet werden müssen. Die Aufbewahrungsräume kann man ungefähr in 4 Gruppen einteilen, die durch Übergänge miteinander verbunden sind, und zwar:

	Gebäude	Überdachung mit Stroh und Erde
Vertiefte Räume . . .	1. Keller	3. Gruben
Oberirdische Räume . .	2. Hütten	4. Haufen (Mieten)

Für eine Massenaufbewahrung ist nur die letzte Art von Bedeutung, doch wollen wir auch die übrigen Arten kurz betrachten.

Die Aufbewahrung im *Keller* ist am bequemsten, doch bei großen Mengen zu teuer. In einen Keller kann man zu jeder Zeit Kartoffeln einschütten und auch zu jeder Zeit herausholen; auch kann man die Kartoffeln immer durchsuchen und durchsortieren. Ferner sind Temperaturbeobachtung und -regulierung ohne weiteres möglich, jedenfalls im Sinne einer Verhinderung zu tiefer Temperaturen. Die Keller können sich unter anderen Räumen oder getrennt von diesen befinden. Keller unter bewohnten Räumen besitzen eine warme Decke; es bilden sich keine „Schwitztropfen"; sie sind aber manchmal zu warm. Zur Durchlüftung und Abkühlung bringt man in den Längswänden kleine Fensteröffnungen oder Öffnungen, die durch Schieber verschließbar sind, an. In den beiden Querwänden werden Türen angebracht, in welche herausnehmbare Gitter eingesetzt sind, um Zugluft herstellen zu können. Unter kalten Räumen können die Keller geräumiger sein. Man kann hier eine Ein- und Ausfahrt für Pferdewagen einrichten, um dadurch das Auf- und Abladen der Kartoffeln zu erleichtern. Die Decke dieser Keller ist aber gewöhnlich kalt, wenn in ihnen während der kalten Monate kein Getreide in Garben, Stroh oder Heu aufbewahrt wird. Über einem getrennt angelegten Keller muß ein Gewölbe errichtet werden, das mit Erde zugedeckt und dann mit Rasen belegt wird. Wenn ein solcher Keller keine Einfahrt besitzt, werden die Kartoffeln durch eine hölzerne Kartoffelschurre eingefüllt, damit die anhaftende Erde nicht mit in den Keller gelangt.

Wenn die Höhe der aufgeschütteten Kartoffeln 1—1,5 m übersteigt, so werden Ventilationsvorrichtungen angelegt, um eine Erwärmung zu vermeiden. Hat der Keller einen doppelten Boden und ist der obere gitterartig durchbrochen, so kann man die Kartoffeln auch höher aufschichten, ohne solche Ventilationsvorrichtungen einzubauen.

Die Keller müssen auf *trocknen* Stellen errichtet werden, um Grund- und Regenwasser fernzuhalten.

Einen *billigen* Keller kann man auf folgende Art herstellen: Es wird eine Grube von 1,5 m Tiefe, 5—6 m Breite und verschiedener Länge (z. B. 20 m) ausgegraben. An den Rändern der Grube werden Balken angebracht, auf denen das Dachgerüst errichtet wird. Auf der Mittellinie werden Pfähle errichtet, die das Dach stützen. Auf die Dachträger werden Stangen und bisweilen auf diese noch Schalbretter gelegt und diese mit Erde oder Rasen zugedeckt, um genügenden Schutz gegen Kälte zu gewähren. Die Fächer werden an den Seiten und in der Mitte (bei den Stützpfählen) eingebaut, so daß zwei Gänge entstehen[1].

Wird die Grube schmäler angelegt (z. B. nur 3 m), so sind die Mittelpfähle überflüssig. Dann werden nur an den Seiten Fächer vorgesehen bei einem Mittelgang.

Ein noch einfacherer Grubenkeller kann nach dem Muster von P. J. Lewizky (Gouvernement Tula) auf folgende Art hergestellt werden: Es wird ein Graben von beliebiger Länge, 90 cm Tiefe, mit einer oberen Breite von etwa 3 m und einer unteren Breite von 1,25 m ausgehoben. Auf den Rändern werden in einem Abstand von 1,5 m Dachträger errichtet (von 2,8 m Länge, 35 cm davon in der Erde). Dieses Gerüst wird mit Brettern oder sogar mit Flechtwerk bedeckt; die Pfähle des Flechtwerkes stützen sich mit ihren Enden auf das Gerüst. Die Decke wird mit Lehm beschmiert, mit einer Erdschicht nicht unter 70 cm (je nach der Härte des Winters) und dann mit Rasen zugedeckt. In der Mitte des Kellers zieht sich durch die ganze Länge ein Kanal von etwa 25—30 cm Tiefe und Breite,

[1] Siehe die verschiedenen Möglichkeiten, z. B. bei Kitschunow: Die Einrichtung der Räume für die Winteraufbewahrung von Früchten und Gemüse.

der mit Brettern zugedeckt wird, die auf querliegenden Klötzen ruhen. Durch diesen Kanal strömt Luft zu. Damit sie wieder austreten kann, werden Holzschächte (1 Holzschacht auf je 6—7 m), die durch das Dach hinausgehen, errichtet. Diese Schächte enden entweder, ohne den Kanal zu erreichen, dann muß man ein Gefäß darunterstellen, um das sich in ihnen ansammelnde Wasser aufzufangen oder sie gehen durch die Kartoffelschicht bis zum Kanal. Dann müssen ihre Wände durchbohrt werden, damit sie die Luft, die sich nicht nur unter der Kartoffelschicht, sondern auch innerhalb derselben befindet, heraussaugen können. Die Türen (Doppeltüren) zu diesem Keller werden an den Enden eingebaut und ohne Türangel herausgehoben. Ist der Keller lang, so werden an den Seiten noch Ergänzungstüren angebracht. Im Sommer steht der Keller offen, um auszutrocknen. Im Herbst werden die Kartoffeln bei der angegebenen Durchlüftungseinrichtung 2 m hoch aufgeschichtet, so daß man unter dem Dach, um nachsehen zu können, doch noch hindurchkriechen kann. Tritt kaltes Wetter ein, so werden die Türen während der Nacht verschlossen und am Tage wieder aufgemacht. Dann wird die erste Tür zugemacht und allmählich mit Spreu zugedeckt. Die zweite Tür wird im Dezember oder Januar mit Stroh bedeckt. Die Thermometer werden an Leinen durch die Schächte hineingelassen. Bei starkem Frost werden auch die oberen Schächte mit Stroh verstopft. Ende Februar oder im März beginnen die umgekehrten Maßnahmen. An klaren Tagen, wenn noch Schnee draußen liegt, werden die Türen über Mittag geöffnet. Sind die Kartoffeln etwas angefroren, so müssen die erfrorenen Knollen entfernt werden. Hatten die Kartoffeln zu keimen begonnen, so müssen sie umgeschaufelt werden, um abzukühlen. Wird in der Nähe des Kellers der Boden stellenweise trocken, so werden die Kartoffeln herausgebracht und auf diesen Stellen ausgebreitet. Nachts werden die Kartoffeln zum Schutz gegen Frost mit Stroh bedeckt. Bei Sonnenschein wird das Stroh entfernt, die Kartoffeln werden so gelüftet und getrocknet.

Kann man infolge der Feuchtigkeit des Bodens den Aufbewahrungsraum nicht tief anlegen, so wird der Raum ganz über der Erde aufgebaut. Die Gemüsegärtner in der Umgebung von Leningrad errichten solche Räume (Hütten) aus gebrauchtem Holz (abgewrakten Barken). Diese Hütten besitzen die Form eines Giebeldaches, das auf in der Mittellinie errichteten hohen Pfählen ruht. Von dieser Linie senkt sich das Dach schräg bis zur Erde hinab. Das Dach wird aus Brettern hergestellt, mit denen die Dachträger bedeckt werden. Die Bretter selbst werden mit Birkenrinde und diese wieder mit Erde bedeckt. Die regelmäßige Schneedecke bildet im Norden einen genügenden Ergänzungsschutz gegen Frost.

Gruben zur Aufbewahrung der Kartoffeln sind billiger und für jede Wirtschaft leichter herzustellen als Keller. Je trockner und durchlässiger der Boden ist, desto eher kann man Gruben benutzen — in der Schwarzerdezone mehr als außerhalb im Gebiete der Waldböden. Im Norden ist die Aufbewahrung unter der Erde oft die Ursache großer Kartoffelverluste.

Man kann die *Gruben* zylinderförmig (bis zu 2 m tief und breit), würfelförmig (eine Seite = 2 m) und länglich anlegen. Die Zylinderform ebenso wie die Würfelform werden nur annähernd angegeben. In Wirklichkeit werden die Gruben oben etwas breiter gemacht, damit die Erdwände nicht so leicht einstürzen. Außerdem wird die Höhe oft geringer gewählt als die Breite. Die Grubenwände kann man mit Strohmatten bekleiden. Über der Grube oder besser über mehreren nebeneinander angelegten, etwa 1 m voneinander entfernten Gruben wird ein Strohdach errichtet mit Eingangsöffnungen zu jeder Grube auf einer Seite des Daches. Der Dachrand muß 80—100 cm über die Grubenränder hinausragen, weil die Kartoffel sonst leicht erfriert. Von außen wird der Dachrand fest mit Erde zugedeckt, um das Eindringen von Wasser und Frost, das gerade hier beginnt, zu verhindern. Die aus Holz hergestellte Grubendecke wird mit Lehm verschmiert. In der Mitte wird eine größere Öffnung (mit einem Deckel) von $^1/_2$ qm zum Ein- und Ausladen und zur Besichtigung der Grube eingebaut. In waldlosen Gegenden wird die Decke unter Benutzung von Reisig und Stroh hergestellt. Auf die viereckige Öffnung in der Mitte wird ein altes Rad gelegt und das ganze, mit Ausnahme des Achsenloches des Rades (zur Ventilation), mit Reisig und Stroh bedeckt, worüber wieder, je nach dem Eintreten der Kälte, Erde gebreitet wird. Die Kartoffeln sollen nach Möglichkeit trocken in die Grube gebracht werden. Wenn man eine Reihe Gruben hat, so wird jede Grube nicht gleich bis zum Rand aufgefüllt sondern z. B. erst bis zur Höhe von 70 cm, dann folgt die zweite Schicht in derselben Reihenfolge. Dabei trocknet die Kartoffel in geschlossener Masse durch eigene Wärme besser aus, als es durch ein flaches Auseinanderbreiten bei feuchtem Wetter möglich ist. War

es nicht möglich, die Kartoffeln trocken einzufüllen, und befürchtet man das Auftreten von Fäulnis, so werden die Kartoffeln mit Kalk überstreut in einer Menge von $^1/_2$ bis $^3/_4$ Gewichtsprozent. Zur Verbilligung kann man den Kalk auch mit Sand vermischen, ohne Schaden für seine Wirkung befürchten zu müssen.

Man kann annehmen, daß eine solche Mischung ziemlich weit gehen kann, weil an ein solches Einstreumittel eine doppelte Aufgabe gestellt wird, und zwar: eine mechanische Isolierung derjenigen Knollen, die anfaulen können, und eine chemische Desinfektionswirkung des Kalkes als Lauge. Die erste Aufgabe wird auch vom Sand erfüllt. Zur Erreichung der zweiten Aufgabe, die durch den alkalischen Charakter des Kalkes bestimmt wird, braucht man keine so große Kalkmenge, weil der Kalk im Wasser wenig löslich ist. Es muß allerdings berichtigt werden, daß der Kalk allmählich in Kalziumkarbonat übergeht unter der Einwirkung der Kohlensäure, die durch die Knollen ausgeschieden wird. Diese Kalkmenge hat dann nicht mehr die gleiche Bedeutung wie $Ca(OH)_2$. Ein direkter Versuch müßte den Prozentgehalt an Kalk in der Mischung mit Sand bestimmen. Außerdem hat die Kalkgabe noch den Zweck, die nicht genügend trockenen Kartoffeln zu trocknen. Einige Verfasser schlugen vor, ungelöschten Kalk zu verwenden, weil dessen trocknende Wirkung größer ist. Dann tritt aber die Frage der Zerkleinerung dieses Kalkes auf. Außerdem spielt hier die Frage der Wirkung des Kalkes auf die Keimfähigkeit der Kartoffel eine Rolle. Deswegen kann man diejenigen Kartoffeln, die Speisezwecken dienen sollen, eher mit ungelöschtem Kalk behandeln als Kartoffeln zur Saatgutverwendung.

Es ist ebenfalls nützlich, die Grubenwände und ihren Boden vor dem Einbringen der Kartoffeln mit Kalk zu bespritzen. Anstatt des Kalkes kann man auch Asche zur Mischung mit Sand benutzen. Beim Füllen der Grube wird oben ein Raum von rund 35 cm frei gelassen; dann faßt die Grube von 10 cbm rund 60 dz Kartoffelknollen. Den frei bleibenden Raum kann man mit Stroh ausfüllen. Wird das Stroh feucht, so muß man es durch frisches ersetzen, solange die Grube noch nicht geschlossen ist. Darauf werden die Gruben, wie oben beschrieben, zugedeckt. Beim Eintreten von Nachtfrösten wird auch die Eingangsöffnung — anfangs nur für die Nacht — mit Stroh bedeckt. Dann wird der Raum zwischen Strohdach und Grubendecken mit Spreu oder mit anderem schlecht wärmeleitendem Material vollgestopft. Man fängt bei den Wänden an, dann werden auch die Decken zugedeckt; die Achsenlöcher der Räder werden zum Schluß mit Stroh verstopft. Schließlich wird auch die Eingangsöffnung des Raumes fest mit Stroh verschlossen. Das Zustopfen der Grube muß ganz allmählich geschehen, weil die Kartoffel sich erwärmt und einen Teil ihrer Feuchtigkeit abgibt, die sich in den oberen Schichten wieder verdichtet. Diese Feuchtigkeit verdunstet, wenn man die Grube nicht zu früh schließt. Überhaupt erfordert der Kampf mit der Erwärmung in diesen Gruben eine noch größere Aufmerksamkeit als die Maßnahmen gegen das Erfrieren.

Als Übergang zu den Haufen (Mieten) erscheinen die *länglichen Gruben*. Sie werden sehr verschieden eingerichtet. Wir wollen einige bestimmte Beispiele anführen:

1. Auf trockenem und erhöhtem Boden wird eine Grube von 1 m Breite, etwa 70 cm Tiefe und beliebiger Länge gegraben. Die Grubensohle wird geebnet. Die Kartoffeln füllen, nach vorhergehender guter Sortierung, die Grube bis zur Höhe des Erdbodens (flache Oberfläche der Kartoffeln). In einem Abstand von 2—3 m werden über die Grube Querbalken gelegt, auf welchen in der Längsrichtung in der Mittellinie eine umgekippte Rinne, die aus 3 Brettern zusammengeschlagen ist, gelegt wird. Diese Rinne dient zur Ventilation. Sie muß etwas länger als die Grube sein, damit die herausragenden Enden eine gute und leichte Regulierung des Luftwechsels gestatten. Auf die Rinne wird von beiden Seiten langes Stroh gelegt, so daß die Strohhalme mit ihren Enden sich auf den Boden außerhalb der Grube stützen; sie dürfen auf keinen Fall noch in der Grube enden. Auf das Stroh wird je nach Notwendigkeit Erde aufgeschüttet. Muß die Erdschicht dick sein und befürchtet man, daß das Stroh diesen Druck nicht aushält, so werden unter das Stroh Holzscheite oder Reisig gelegt, indem das eine Ende jedes Holzscheites auf der Erde, das andere auf der Rinne aufliegt.

2. Die Grube wird oben in derselben Breite oder etwas breiter ausgehoben; nach unten zeigt sie etwas schräg geneigte Wände, so daß sie unten etwas enger wird. In der Nähe des Bodens werden Querbalken gelegt, darauf in der Längsrichtung der Grube Stangen, die mit Stroh bedeckt werden[1]. Auf diese Art entsteht sozusagen eine Art Brücke, die den breiten Luftkanal, der die ganze Grube der Länge nach durchzieht, bedeckt. Die Grubenwände werden mit Stroh bekleidet, das in der Höhe der Bodenoberfläche abgeschnitten wird. Die Kartoffeln füllen die Grube nicht ganz aus. Es bleibt ein Raum von etwa 10 cm übrig, der mit Stroh ausgefüllt wird. Weiter folgen hölzerne Querbalken, langes Stroh in Form

[1] Über die Verwendung von Stroh an Stellen, wo es nicht ausgewechselt werden kann, wird oft abfällig geurteilt, weil es leicht schwitzt. Außerdem wird darauf hingewiesen, daß das Stroh den Mäusen Unterschlupf bietet.

eines zweiseitigen Daches oder Moos und Erde. Von außen wird Rasen aufgelegt. Von der Art der Bedeckung wird weiter unten bei der Beschreibung der oberirdischen Haufen ausführlicher die Rede sein.

3. Auf den Boden einer Grube, die etwa 1,80 m tief ist und nach unten enger wird, wird trockener Sand gestreut; die Wände können mit Stroh bekleidet sein. Die Kartoffeln werden in 0,9 m Höhe aufgeschüttet, dann wird bis zur Erdbodenhöhe trockener Sand aufgefüllt. Die Bedeckung wird nach der Art eines Strohdaches ausgeführt, das bei größeren Frösten mit Stroh ausgefüllt wird, welches man zwischen Sand und Dach stopft. Diese Methode ist offenbar nur für solche Gegenden geeignet, wo genügend Sand vorhanden ist.

4. Wird die lange Grube, die nach der erstbeschriebenen Methode oder nach irgendeiner anderen gebaut ist, nicht ganz bis an die Ränder mit Kartoffeln angefüllt, sondern höher, so daß das Stroh, das in Form eines Spitzdaches die Kartoffeln bedeckt, unmittelbar über den Kartoffeln lagert, so sind wir noch einen Schritt weiter auf dem Wege zur Kartoffelaufbewahrung in langen Haufen (Mieten) gegangen, in denen sich die Kartoffeln entweder größtenteils oder ganz über der Erde befinden.

Am häufigsten bringt man die Kartoffeln bei Massenaufbewahrung in *oberirdischen Haufen* (*Mieten*) unter, die entweder unmittelbar auf dem Felde am Ernteort oder auf einem besonders dazu bestimmten Platz angelegt werden können.

Für das erstere Verfahren spricht der Grund, daß die Kartoffeln direkt aus den Körben, in denen sie bei der Ernte gesammelt werden, in die Mieten entleert werden. Folglich wird das Ein- und Umfüllen auf ein Minimum herabgesetzt; neben einer Arbeitsersparnis verringert diese Methode auch die Gefahr der Knollenverletzung vor der Aufbewahrung. Außerdem fällt das Abfahren der Kartoffeln nicht mit der Ernte zusammen, sondern wird allmählich im Laufe des Winters ausgeführt. Dafür sind aber die Mieten weit zerstreut, wodurch die Aufsicht erschwert wird. Der Abtransport im Winter ist nicht immer bequem. Außerdem sind gewisse Ansprüche an den Mietenplatz zu berücksichtigen, die bei der Auswahl des Aufbewahrungsplatzes eine Rolle spielen und die nicht überall gleichmäßig leicht befriedigt werden können.

Man soll nach Möglichkeit einen *Ort mit nicht zu leichtem Boden* wählen. Die leichten Sandböden leiten die Wärme besser. Infolgedessen friert der Boden in einem kalten Winter leichter durch und der Frost kann die Ränder der Miete erreichen. Außerdem muß man auch bei solchem Boden die Deckschicht der Miete bedeutend stärker machen.

Andererseits versteht es sich von selbst, daß die Mieten nicht in solchen Bodensenken angelegt werden dürfen, wo der Boden für Wasser undurchlässig ist. Ist man aus irgendeinem Grunde gezwungen, einen Platz zu wählen, der in dieser Hinsicht nicht einwandfrei ist, so muß man um die Mieten Gräben ziehen, denen ein gemeinsamer Abfluß zu geben ist. Liegt der Boden der Mieten unter der Erdoberfläche, so müssen die Gräben tiefer als die Mieten sein.

Es ist weiterhin auch nicht ohne Bedeutung, wie der Aufbewahrungsplatz gegen *Wind geschützt* ist. Ist die Miete an einer Stelle angelegt, zu welcher der Wind freien Zutritt hat, so weht er leicht den Schnee von der einen Seite weg. Dadurch entsteht eine ungleichmäßige Bedeckung der Miete, wodurch wiederum das Durchfrieren der schneelosen Seite beschleunigt wird. Deswegen werden die Mieten gern an solchen Orten angelegt, die entweder durch Gebäude oder durch Wald geschützt sind.

Findet die Aufbewahrung alljährlich auf demselben Platze statt, so klären sich alle Besonderheiten in der Aufbewahrung bei verschiedenen Winterverhältnissen schneller als wenn der Mietenplatz gewechselt wird. Sonst kann man bei einem gleichzeitigen Wechsel sowohl der örtlichen Verhältnisse als auch des Wetters in den verschiedenen Jahren viel schwerer zu bestimmten Schlüssen aus einzelnen Beobachtungen gelangen.

Es besteht allerdings die Gefahr, daß bei einem *ständigen Mietenplatz* eine Verseuchung des Bodens mit Mikroorganismen der Kartoffelfäulnis stattfindet. Die einen meinen (Appel), daß, falls sich der Boden im Laufe des Sommers in Kultur befindet, man kaum genügenden Grund zu einer solchen Befürchtung hat. Wenn sie trotzdem besteht, so kann man den Boden dadurch desinfizieren, daß man Kalk oder Asche in bedeutenden Mengen ausstreut; oder man wechselt den Platz.

Damit die Kartoffel bei der Aufbewahrung gesund bleibt, ist es unbedingt notwendig, sie *in möglichst trockenem Zustande* in die Mieten zu bringen. Im Gegensatz zu der Rübe braucht man hier nicht zu befürchten, daß die Kartoffel zu viel Wasser verliert und die Knollen dadurch welken können; sogar dann, wenn die Schale kleine Falten infolge der Austrocknung der Knollen zeigt, büßt die Kartoffel weder an Lager- noch an Keimfähigkeit ein. Besteht keine Möglichkeit, die Kartoffeln abtrocknen zu lassen, so muß man wenigstens die Erde von den Knollen entfernen, was gewöhnlich dadurch erreicht wird, daß beim Umschütten die Kartoffeln über Schurren geschüttet werden, durch deren Öffnungen die Erde hindurchfällt. Macht man dies nicht, so häuft sich die Erde, die beim Umschütten abfällt, unten in der Miete an und füllt dadurch dort die Zwischenräume vollkommen aus. Hierdurch wird die Fäulnis außerordentlich begünstigt. Je feuchter und schmutziger die Kartoffeln sind, desto mehr muß man für Ventilation sorgen.

Außerdem muß man *kranke und beschädigte Knollen entfernen.* Nicht nur faule, sondern auch gequetschte, bei der Ernte beschädigte, oder von Insekten angefressene Knollen, auch solche, die teilweise durch Frost beschädigt worden sind, können zum Fäulnisherd werden, der dann die umliegenden Knollen ansteckt. Hat man viel faule Knollen, so ist es besser, sie als Sauerfutter zu verwenden oder jedenfalls getrennt aufzubewahren.

Die *Größe der Mieten* beeinflußt wesentlich die Aufbewahrungsverhältnisse. Allgemein kann man sagen, daß, je größer die Miete, desto geringer die Gefahr des Erfrierens ist, deswegen, weil mit Vergrößerung der Miete jeder einzelnen Knolle, die durch Atmung eine gewisse Wärmemenge erzeugt, eine verhältnismäßig geringere Oberfläche zur Abkühlung zur Verfügung steht. Anstatt dessen muß man aber mehr dafür sorgen, daß sich die Miete nicht zu sehr erwärmt und genügend durchlüftet wird.

Als normale Breite des Mietengrundes nimmt man 1,2—1,5 m an. Dabei kann die Höhe rund 1 m betragen. Sieht man unten einen Ventilationskanal vor, so kann die Höhe größer sein. Die Mietenlänge hängt von verschiedenen Gründen 2. Ordnung ab, von der Bequemlichkeit der Unterbringung und dem Gang des Kartoffelverbrauches. Es ist besser, wenn eine einmal geöffnete Miete gleich geleert wird. Muß man die Kartoffeln schubweise herausholen, so werden die Mieten mit Querwänden, die aus wärmeundurchlässigem Material hergestellt sind, eingerichtet.

Der Boden der Miete kann entweder ausgehoben werden (mehr oder weniger) oder mit der Bodenoberfläche gleich sein; dann befindet sich die ganze Miete über der Erde. Jede Methode hat ihre Anhänger und Gegner.

Bei der Versenkung des Mietenbodens in die Erde werden die Mieten fester; sie halten besser die Wärme und können auch die Kartoffeln vor dem Erfrieren besser schützen. Das gleiche kann aber auch durch eine stärkere Decke erreicht werden, wobei die Arbeit für die Vertiefung in der Zeit der Kartoffelernte vermieden wird. Diese Arbeit kann allerdings dadurch erleichtert werden, daß der Bodenstreifen, der zur Anlage der Miete bestimmt ist, gepflügt und, wenn nötig, auch mit dem Untergrundlockerer bearbeitet wird. Außerdem fassen die ver-

tieften Mieten größere Kartoffelmengen. Sie erfordern daher weniger Arbeit und Material zur Errichtung des Daches (auf eine gewisse Kartoffelmenge bezogen). Die Ventilation und die gleichzeitige Entfernung der Feuchtigkeit bedürfen bei einer vertieften Miete größerer Aufmerksamkeit.

Beim Anlegen einer nicht vertieften Miete werden die Grenzen mit einem Spaten nach der Schnur gezogen oder es werden vorübergehend längs dieser Grenzen Stangen oder dünne Balken gelegt, welche verhindern, daß die Kartoffeln beim Aufschütten über eine gewisse Linie rollen. Die Kartoffeln werden so lange aufgeschichtet, solange die Knollen noch gut liegenbleiben. Fangen sie an auseinanderzurollen, so ist die zulässige Neigungsgrenze erreicht.

Die Decke der Miete muß aus einer luftführenden Isolierschicht und einer Erddecke bestehen. Eine Bedeckung nur mit Erde hat bei feuchtem Wetter fast unumgänglich Fäulnis zur Folge.

Am besten dient Stroh zur Isolierschicht. Dieses leichte, trockene und wärmeundurchlässige Material ist gleichzeitig auch genügend elastisch, um die Last der Erdschicht der Decke zu tragen, ohne zerquetscht zu werden. Die Strohschicht wird in Gegenden mit mildem Winter etwa 12—15 cm stark gemacht. Bei uns beträgt diese Dicke bei einem strengeren Winter 20—25 cm. Hat man viel Stroh zur Verfügung, so auch 25—35 cm. Diese Schicht wird im Laufe des Winters bedeutend dünner, sie enthält aber immer noch eine genügende Luftmenge, welche die schlechte Wärmeleitung unterstützt.

Kartoffelkraut, das gelegentlich auch zu diesem Zweck benutzt wird, ist ein nicht ganz so einwandfreies Material wie Stroh, weil es manchmal Fäulnis verursacht. Es ist besser, wenn das Kartoffelkraut die Knollen nicht berührt, es werden manchmal auch Laubblätter benutzt. Sie bilden aber leicht eine feste, gedrungene Masse. Werden sie naß, so fangen sie leicht an zu faulen. Kiefernadeln ersetzen das Stroh besser als Blätter. Es ist allerdings besser, eine unmittelbare Berührung der Knollen mit den Nadeln zu vermeiden. Frisches Fichtenreisig steht in der Reihe der Strohersatzmittel noch höher.

Im Westen erhält die Erddecke gewöhnlich eine Stärke, bei welcher der Boden schon nicht mehr durchfriert.

Diese Stärke ist z. B. für Deutschland auf Grund der Tatsache, daß der Boden in einem strengen Winter gewöhnlich nicht tiefer als auf 50 cm gefriert, auf 50 cm festgelegt worden. Die Vorbedingungen für ein Erfrieren sind einerseits dadurch begünstigt, daß die Mieten über die Erde hervorragen und so der abkühlenden Wirkung des Windes ausgesetzt sind. Andererseits aber schützt die Erde nicht allein die Kartoffeln vor dem Erfrieren; man muß auch noch die Eigenwärme, die von den Knollen entwickelt wird, in Betracht ziehen. Deswegen ist es unwahrscheinlich, daß die Stärke der Schutzschicht größer sein müßte als die Bodenschicht, die gewöhnlich während des Winters gefriert.

Bei uns sind die Winter strenger, dafür verfügen wir aber gewöhnlich über größere Strohmengen als Deutschland. Deswegen werden bei uns sehr verschiedene Normen für die Stärke der Erdschicht und verschiedene Verhältnisse angegeben; bald 30—60 cm, bald 71—106 cm.

Ist die Kartoffel in feuchtem Zustande eingemietet worden, so kann die Decke nach einiger Zeit infolge der Verdunstung der Feuchtigkeit durch die sich erwärmenden Kartoffeln beim Sinken der äußeren Temperatur feucht werden. Dann muß man, bevor man die Miete mit Erde zudeckt, das feuchte Stroh durch trockenes ersetzen.

Sehr vollkommen erscheint eine sog. *doppelte Decke*, bei der man, ohne daß man die Gesamtdecke verstärkt, noch eine 2. Isolierschicht zwischen die beiden Erdschichten einfügt.

Für diese 2. Isolierschicht kann man das Stroh durch die anderen, oben besprochenen Stoffe erfolgreich ersetzen; sie müssen nur die Last der Erdschicht von 15—20 cm ertragen, ohne zu einer dichten Masse zu werden. Je mehr das Material dazu neigt, eine solche Form anzunehmen, eine um so stärkere Schicht muß man nehmen.

Die Stärke der einzelnen Schichten ist dabei wie folgt zu wählen: 1. Stroh 15 cm, 2. Erde 10 cm, 3. Stroh oder Kartoffelkraut 10 cm (bei Ersatz durch andere Materialien 20—30 cm), 4. Erde 15—20 cm.

Das Zudecken der ganzen Miete mit Stroh ist fast nutzlos, weil das Stroh Wasser durchläßt und in solchem Zustand schlecht vor Kälte schützt.

In Deutschland trifft man Wirtschaften an, die sogar eine 3fache Decke vorsehen. Anstatt dessen kann man aber offenbar besser die Stärke der 1. Strohschicht erhöhen.

Die 1. Decke (Stroh und Erde) wird sofort bei Anlegen der Miete errichtet. Ist das Wetter nicht zu regnerisch, so wartet man mit dem Anbringen der 2. Decke solange wie möglich, um eine Erwärmung der Miete zu vermeiden. Das Material wird rechtzeitig herangeschafft und um die Miete herum hingelegt. Das Material schützt dabei den Boden vor dem Einfrieren und sichert dadurch einen Vorrat an weicher Erde zum endgültigen Bedecken der Miete beim Eintritt der Kälte.

Das Stroh wird allmählich mit Erde bedeckt. Anfangs z. B. bis zu drei Viertel der Höhe nicht stärker als 15 cm. Dann wird die Stärke mit zunehmender Kälte vergrößert (vor allem unten). Der First der Miete wird zuletzt zugedeckt.

Sehr wichtig ist folgender Umstand: Hat man es mit einer Miete zu tun, die in den Boden eingesenkt ist, so muß man die Strohdecke so anlegen, daß die Strohenden nicht in die Grube reichen, sondern die ganze Grube bedecken und auf ihren Rändern liegen. Andernfalls wird das Wasser, das bis zu dieser Strohdecke gelangt, in das Innere der Grube geleitet[1].

Weil die Kartoffel, selbst wenn sie in trockenem Zustande eingemietet worden ist, besonders zu Beginn der Aufbewahrung dazu neigt, Feuchtigkeit an die umgebende Luft abzugeben und diese Feuchtigkeit dadurch, daß sie sich verdichtet und niederschlägt, Fäulnis verursachen kann, so muß man für genügende Durchlüftung sorgen, wodurch auch gewöhnlich gleichzeitig die Temperaturregulierung erleichtert wird.

Hier muß man vor allem 2 Fälle unterscheiden: Entweder erfolgt die *Durchlüftung* durch den *First* der Miete oder *von unten her*.

Die gewöhnliche obere Durchlüftungsmethode besteht darin, daß der First bis zum Eintritt ungünstigen Wetters unbedeckt bleibt; oder aber der First wird nur mit Stroh, das von den Seiten her bis an den First heranreicht und umgebogen wird, zugedeckt oder durch eine getrennte stärkere Strohdecke, die durch eine neue ersetzt werden kann, sobald sie feucht wird. Diese Durchlüftung ist jedoch nur möglich, solange keine starken Fröste oder Regengüsse eintreten. Um eine ständige Durchlüftung des Firstes sicherzustellen, verwendet man oft Luftschächte aus Strohgarben oder aus Schilfrohr, die entweder direkt senkrecht auf die Kartoffeln oder, was besser ist, auf eine Strohunterlage gestellt werden. Dann ist nach dem Schließen der Miete mit Erde der Austritt der warmen und feuchten Luft durch einen solchen Luftschacht möglich. Der Nachteil solcher Schächte ist aber, daß sich in ihnen Tau niederschlägt. Das Wasser tropft auf die Kartoffeln herab, feuchtet sie an und ruft Fäulnis hervor.

Dieser Mangel wird behoben, wenn man einen Luftkanal anlegt, der unter dem First der Länge nach durch die ganze Miete läuft. Zu diesem Zweck werden die Strohenden über dem First zusammengebogen, obenauf wird eine Stange oder ein nicht zu dicker Balken gelegt. Auf diesen Balken wird wiederum Stroh geschichtet, und zwar so, daß die Enden dieses Strohes den Seiten der Miete anliegen. Darauf wird alles mit Erde zugedeckt und der Balken herausgezogen. Dabei

[1] Siehe Abbildungen in S. H. Westnik: Nachr. d. Landw. 1904, Nr 1 u. 3; ebenfalls in W. A. Chartschenko: Wurzelfrüchte und Knollengewächse.

darf das Strohgerüst nicht nachgeben. Wenn man in die eine Öffnung dieses Luftschachtes hineinsieht, so muß das Licht der anderen Öffnung zu sehen sein. Manchmal wird dieser Kanal aus einer so starken Strohdecke hergestellt (20—30 cm), daß der First selbst nicht mehr mit Erde bedeckt wird.

Derartige Einrichtungen genügen für das Absaugen der Wasserdämpfe, wenn die Kartoffeln trocken eingemietet worden sind. Sind sie dagegen feucht eingemietet worden oder zeichnet sich der Boden durch bedeutende Bindigkeit und geringe Durchlässigkeit aus, dann ist es notwendig, auch einen unteren Ventilationskanal (einen kleinen Graben) anzulegen oder besser, gleichzeitig eine obere und eine untere Durchlüftung vorzusehen.

Der untere Durchlüftungskanal kann durch einen kleinen Graben, der sich am Boden hinzieht und mit einem aus Brettern zusammengenagelten kleinen Gitter, mit Holzstücken, Bruchstücken, mit Erbsenreisig u. ä. bedeckt wird, gebildet werden. Man stellt aber den unteren Kanal auch ohne Bodenvertiefung her. Dann legt man in der Mitte der Miete einen aus Brettern zusammengeschlagenen Kanal an; zu diesem Zweck werden die Längsbretter an 2 Seiten auf Querbrettern befestigt, welche die Form eines gleichseitigen Dreieckes besitzen.

In beiden Fällen kann man dadurch, daß man die herausragenden Enden des Kanals entweder schließt (desto stärker und vollkommener, je größer die Kälte ist) oder öffnet, einen größeren oder geringeren Luftzutritt und damit eine Temperaturregulierung in der Miete bewirken.

Die *Mietentemperatur* wird oft mit einem Thermometer beobachtet. Hierdurch kann man rechtzeitig einer zu starken Erwärmung vorbeugen oder Mieten feststellen, die sich zu erwärmen beginnen, und daher diese Mieten früher als die anderen verarbeiten.

Zu diesem Zweck wird das Thermometer gewöhnlich an der Spitze eines Stockes angebracht, der dann in die Mieten gesteckt wird. Man kann jedoch nicht behaupten, daß diese Methode befriedigt.

Erstens werden durch das Einführen des Stockes die Kartoffeln beschädigt, wodurch leicht Fäulnisherde hervorgerufen werden. *Zweitens* kann durch das verursachte Loch Kälte in das Innere der Miete eindringen, wenn man sich zum Abschluß des Loches mit einem einfachen Zuschütten mit Erde begnügt. Am besten schließt man ein derartiges Loch dadurch, daß man einen Pfropfen aus zusammengedrehtem Stroh so tief wie möglich hineindrückt und dann erst mit Erde zudeckt, und zwar so, daß eine Wölbung entsteht.

Um die genannten Nachteile zu umgehen, werden manchmal im Mietenfirst hölzerne Schächte angebracht, die durch die Decke bis zu den oberen Kartoffelschichten führen. Durch diese Schächte wird das Thermometer an einem Bindfaden herabgelassen und nach einigen Minuten abgelesen. Zur Beschleunigung bedient man sich am besten gleichzeitig mehrerer Thermometer. Es versteht sich von selbst, daß diese Schächte gut verschließbar sein müssen, damit die Kälte nicht von oben eindringen kann.

Aber auch diese Methode hat ihre Mängel. Längs der Schächte, zwischen der hölzernen Wand und der Mietendecke dringt gewöhnlich Wasser ein und benetzt die anliegenden Kartoffeln. Außerdem entstehen an den Schächten infolge des Wassers und des Frostes leicht Risse; dadurch dringt dann leicht die Kälte in das Mieteninnere. Dies kann man allerdings dadurch bekämpfen, daß man den verschlossenen Schacht mit einem Sack oder etwas ähnlichem bedeckt.

Appel verwendete zu seinen Versuchen bessere Vorrichtungen; und zwar nahm er ein Zinkrohr von 1 m Länge und 5 cm Durchmesser. Das Rohr hatte an seinem unteren Ende einen Ausschnitt, damit die Luft des Rohres mit der Innenluft der Miete in Verbindung

bleiben konnte. In das Rohr wird ein Holzstock von 1,3 m Länge eingeschoben, an dessen Ende ein eingeschnittenes Thermometer angebracht ist. Die Außenseite des Stockes, der in das Rohr hineingeschoben wird, wird auf eine Länge von etwa 40 cm mit Putzwolle umwickelt. Diese Rohre wurden *wagerecht* beim Anlegen der Miete in einer Höhe von rund 30 cm über dem Erdboden angelegt (vielleicht ist es besser, sie noch höher anzulegen). Das Ende des Rohres ragte etwa 30 cm in die Kartoffelmasse hinein, der übrige Teil des Rohres lag fast ganz in der dicken Schicht der Schutzdecke.

In Einzelfällen wurde auch bei einer solchen Anlage das Eindringen des Wassers längs der Außenwand des Rohres in das Innere der Miete festgestellt. Aber dies stellte sich als die Folge einer etwas nach innen geneigten Lage des Rohres heraus, so daß es besser ist, das Rohr etwas nach außen zu neigen. Um mit Thermometern zu sparen, kann man das Thermometer in gewissen Zeitabständen vor der Temperaturmessung in das Rohr hineinschieben. Das Rohrende wird bei Nichtgebrauch auf 30 cm fest mit Putzwolle verstopft.

Mit Eintritt warmen Wetters *im Frühjahr wird die obere Deckschicht gewöhnlich entfernt*, um eine Erwärmung der Miete zu verhüten. Doch läßt man dabei oft außer acht, daß die Deckschicht nicht nur die Wärme im Innern der Miete festhält, sondern auch das Wärmerwerden der Miete verhindert oder wenigstens verlangsamt, wenn draußen die Luft wärmer geworden ist. Erwärmt sich die Miete dagegen als Folge einer Fäulnis, so muß sie gänzlich geöffnet werden. Die kranken Knollen sind dann von den gesunden zu trennen. Diese werden wieder eingelagert und leicht mit einer neuen Decke bedeckt.

Sind die Kartoffeln in den Mieten erfroren und ist dies rechtzeitig bemerkt worden, so kann man auf zweierlei Weise verfahren: In Gegenden mit ständig strengem Winter kann man die Kartoffeln endgültig erfrieren lassen. Besteht dagegen die Gefahr eines Tauwetters, so werden die Kartoffeln mit einer dicken Strohschicht bedeckt, damit sie auch im Falle eines Tauwetters nicht auftauen. Die erfrorenen Kartoffeln können je nach Gebrauch herausgenommen werden, um gekocht oder unmittelbar vor dem Gebrauch gedämpft zu werden (ohne vorher aufzutauen). Der 2. Ausweg besteht darin, die ganzen Kartoffeln, auch die erfrorenen, zu dämpfen und dann zur Spiritusherstellung zu verwenden oder den Silo mit gekochten Kartoffeln zu füllen, um diese Kartoffeln später als Sauerfutter zu verwenden; bei richtiger Zubereitung des Silofutters entstehen bestimmte Säuremengen, welche die Futtermasse vor Fäulnis schützen. Der Erfolg dieses Verfahrens hängt vor allem von dem festen Einfüllen der gedämpften Kartoffeln ab, besonders an den Wänden des Silos, und von der Verhinderung des Luftzutrittes von oben her. Seltener werden rohe Kartoffeln im Silo aufbewahrt. Hierzu ist das Zerschneiden der Knollen erforderlich, damit man den Silo fest füllen und den Luftzutritt unterbinden kann. Es werden auf die Futtermasse gewöhnlich Bretter gelegt, die mit Steinen belastet sind.

13. Die Trockenkartoffel und ihre Bedeutung.

Wie man auch die saftigen und lebenden Knollen aufbewahren mag, immer sind *Verluste unumgänglich*. Für Deutschland existiert eine Statistik, welche die Größe dieser Verluste im Vergleich zu anderen Verwendungszweigen der Kartoffel zeigt, und zwar: In der Vorkriegszeit (1908—1912) entfielen von einer Gesamternte von 44,2 Millionen t:

Auf Nahrungsmittel	13,0 Mill. t
Für technische Verarbeitung	4,9 Mill. t
Auf Saatgut	6,6 Mill. t
Verfault	6,6 Mill. t
Es blieben als Futter für Schweine und andere Tiere	13,1 Mill. t

Die Verluste durch Fäulnis und andere Ursachen betragen also 12—15% der Gesamternte. Bei uns sind sie natürlich nicht geringer als in Deutschland.

Ein radikales Mittel, diese Verluste zu vermeiden, ist das *Trocknen der Kartoffel*, das gleichzeitig eine Reihe anderer Vorzüge bietet.

Diese Frage hat Deutschland technisch gelöst. Schon im Jahre 1894 wurde ein Preisausschreiben gestellt, ein Verfahren zu erfinden, die Kartoffel in einen haltbaren Zustand überzuführen, in welchem sie zur Ernährung verwendbar wäre. Die Frage der Anwendung einer Trockenanlage zu diesem Zweck wurde in günstigem Sinne durch Erfindung mehrerer Apparate gelöst. Der Vorgang mußte jedoch derart verbilligt werden, daß das Trocknen zu Futter- und technischen Zwecken wirtschaftlich möglich war. Auch diese Frage wurde durch einen Wettbewerb 1902—1903 gelöst. Darauf fing die Verbreitung der Kartoffeltrockenanlagen allmählich an und bereits vor dem Kriege arbeiteten in Deutschland 488 Kartoffeltrockenanlagen. Besonders der Krieg begünstigte ihre Entwicklung, so daß schon in der 2. Hälfte des Jahres 1914 weitere 200 Anlagen errichtet wurden; im Oktober 1916 erreichte ihre Gesamtzahl schon 824.

Vor dem Trocknen wird die Kartoffel entweder zerschnitten und dann der Einwirkung warmer Luft ausgesetzt oder sie wird erst gedämpft, gequetscht und dann auf der Oberfläche heißer Metalltrommeln in dünnen Schichten getrocknet. Von diesen Trommeln wird sie in Form von „*Kartoffelflocken*" abgekratzt. Das Trocknen durch Zerschneiden in Schnitzel ist für kleinere Betriebe geeignet. Meist kann die Kartoffeltrocknung aber nur bei großer Produktion billig sein. Gewöhnlich erhält man 1 Ztr. getrockneter Kartoffeln (mit 12 bis 15% Feuchtigkeit) von 3,5—4,3 Ztr. rohen Knollen je nach ihrem Trockensubstanzgehalt. Genau zeigt dies folgende Tabelle:

Stärke . . . . . %	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0	24,0
Prozent der Trockensubstanz . . .	17,8	19,8	21,1	23,8	25,8	27,8	28,1
Gewonnenes Trockenprodukt (mit 14% Wasser) . . . . . %	20,9	23,3	25,7	28,0	30,4	32,7	35,1

Die *Kosten des Trocknens* sind natürlich sehr verschieden. In Deutschland ergaben weitgehende Untersuchungen im Jahre 1902 Kosten von nur 28 bis 40 Pfennigen auf 100 kg Rohkartoffeln; das Anziehen der Preise für Heizmaterial hat jedoch späterhin diese Zahlen etwas verändert (40—60 Pfennige).

Bei uns galten für die Zeit vor dem Kriege nebenstehende Relationen[1]:

Preis für 100 kg Rohkartoffel		Preis für 100 kg Trockenprodukt bei einer Ausgabe von 85—146 Kop. auf 100 kg Rohprodukt (1 Kop. = 13 Pf.)	
61 Kop.	122 Kop.	305—352 Kop.	524—573 Kop.
91 „	152 „	415—463 „	634—683 „

Das Trockenprodukt der Kartoffel nähert sich in seiner *Zusammensetzung* den Getreidekörnern, indem es diese an Stärkegehalt übertrifft, im Gehalt an stickstoffhaltigen Substanzen aber hinter ihnen zurückbleibt.

	Gerste %	Hafer %	Mais %	Trockenkartoffel %
Wasser	14,3	13,3	12,7	15,2
Stickstoffhaltige Substanzen	9,5	10,5	10,1	6,6
Verdauliche stickstoffhaltige Substanzen . .	7,0	8,3	8,0	6,1
Fett	12,1	4,8	4,7	0,13
Kohlehydrate	67,7	58,0	68,6	72,5
Rohfaser	3,9	10,3	2,3	1,9

[1] Siehe Ippolitow: Das Trocknen der Kartoffel. 1916.

Die *Verdaulichkeit* der getrockneten Kartoffel ist gut. Ihre Bedeutung als Nahrungsmittel und die Bequemlichkeit ihres Transportes nach größeren Wirtschaftszentren ist offensichtlich.

Im *Stärkewert* stellt KELLNER die getrocknete Kartoffel fast der Gerste gleich. Fütterungsversuche ergaben bei Tieren recht gute Ergebnisse, dabei zeigte sich, daß die Trockenkartoffel bei der Pferdefütterung ein Drittel des Hafers ersetzen kann; bei Zusatz eiweißreicher Futtermittel kann dieser Ersatz noch weitergehen (KELLNER). Besonders aber kann die getrocknete Kartoffel zur Mast von Schweinen und Rindvieh benutzt werden.

Die Vorzüge dieser Methode der Kartoffelkonservierung lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Die Trocknung verhindert nicht nur Verluste infolge Fäulnis, Keimung und Atmung im Laufe des Winters nach der Ernte,

2. sondern sie verwandelt die Kartoffel in ein Produkt, das zu jeder beliebigen Jahreszeit verfüttert und mehrere Jahre hindurch aufbewahrt werden kann und infolgedessen den Unterschied sehr hoher und ungenügender Kartoffelernten ausgleicht;

3. der Transport des trocknen Produktes erfordert weit geringere Ausgaben und ermöglicht ein Versenden auf bedeutende Entfernungen,

4. während die Kartoffel ihre Bedeutung als Nahrungsmittel unverändert behält, gewinnt sie als Futtermittel, weil die Trockenkartoffel teilweise (zu einem Drittel) die Getreidearten (Gerste, Mais, Hafer) sogar bei der Fütterung von Pferden ersetzen kann,

5. deswegen erhöht die Einführung der Kartoffeltrocknung die Aussichten auf weitere Ausdehnung des Kartoffelbaues, der den Getreidearten gegenüber 3fache Erträge an verdaulicher Trockensubstanz liefern kann und zur Hebung der Erträge anderer Kulturpflanzen beiträgt.

Weil bei uns das fabrikmäßige Trocknen nicht entwickelt ist, verdienen *handwerksmäßige* und sogar *häusliche Trockenmethoden*, die in Mißerntejahren angewandt wurden, einige Beachtung:

1. Die Kartoffel wird geschält (was übrigens nicht unbedingt nötig ist), in Scheiben geschnitten und für 5—6 Minuten in Körben oder Sieben in kochendes Wasser eingetaucht. Dies geschieht, um die Kartoffel oberflächlich abzubrühen (aber nicht zu zerkochen), weil sie sonst beim Trocknen schwarz wird. Danach werden die Scheiben auf ein Sieb oder Gitter gelegt, das aus Weidenzweigen, von denen die Rinde entfernt wurde, geflochten ist. Dann werden die Kartoffeln im Ofen bei 65° C einige Stunden lang getrocknet. Dabei werden sie von Zeit zu Zeit gewendet, bis sie nicht völlig hart und halb durchsichtig werden („Bernsteinfarbe"). Vor dem Kochen werden die Trockenkartoffeln 12 Stunden lang in Wasser eingeweicht.

2. Die Kartoffeln werden gekocht (am besten in Dampf) und gequetscht. Darauf wird der Brei auf ein Blech in einer 2—3 cm hohen Schicht gestrichen und mit solcher Hitze getrocknet, daß er nicht anbrennt. Die trocknende Kartoffelmasse wird, bevor sie ganz hart wird, in kleine Vierecke geschnitten; dann wird sie völlig getrocknet, was unbedingt notwendig ist.

3. Die Kartoffeln werden zuerst ungeschält gebacken, dann geschnitten und schließlich getrocknet. Beim Backen geht bereits ein bedeutender Teil Wasser verloren, wodurch die Trocknung erleichtert wird. Dabei erhält die Kartoffel natürlich kein schönes Aussehen; die Schale trocknet an und bleibt haften. Weil aber die Schale nur einen geringen Gewichtsteil ausmacht, erhält man beim Zermahlen einer solchen Kartoffel ein Mehl, das zu Nahrungszwecken durchaus geeignet ist, z. B. zum Brotbacken mit Roggenmehl zusammen.

4. Weiterhin kann man darauf hinweisen, daß diejenigen Eingeborenen Südamerikas, bei denen die Spanier zum erstenmal die Kartoffeln kennenlernten, diese in der Sonne trockneten (offenbar, indem sie sie in Scheiben zerschnitten). Diese Methode lieferte natürlich eine dunkel gewordene Kartoffel, doch hat diese dunkle Farbe bei einem Zermahlen zu Mehl für den Eigenverbrauch keine Bedeutung. Natürlich kann dieser Versuch jener Eingeborenen nur teilweise und auch nur dort Anwendung finden, wo man einen trockenen und sonnigen Herbst zur Verfügung hat; z. B. in der Krim, im östlichen Transkaukasien und besonders im südlichen Turkestan.

5. Außerdem kann man den Nährwert der Kartoffeln auch dadurch fast demjenigen des Brotes nähern, daß man das Kartoffelbrot nicht auf die gewöhnliche Art bäckt, bei der 20—25 % gekochter Kartoffeln dem Teig beigemengt werden, wodurch der Wassergehalt des Brotes erhöht wird, sondern indem man gekochte Kartoffeln mit trockenem Mehl *ohne Wasserzufuhr* mengt; dabei kann man dem Teig 60—65 % Kartoffeln zusetzen.

Wir wollen hier einige Auszüge aus den Anweisungen anführen, die vom Verfasser im Jahre 1921 aufgestellt und nachher vom Ernährungsinstitut herausgegeben wurden.

Die Kartoffel unterscheidet sich vom Brot hauptsächlich dadurch, daß sie wasserreicher (75 % gegen 40 % im Brot) und ärmer an Trockensubstanz (25 % gegen 60 % im Brot) ist. Schon aus diesem Grunde müßte man im Vergleich zu Brot $2^1/_2$mal soviel Kartoffeln essen. Wenn ein gesunder Mensch, der Handarbeit leistet, am Tage 1,25 kg Brot leicht verzehrt, so ist es nicht so einfach, 3—$3^1/_2$ kg Kartoffeln jeden Tag zu essen. Diese Probe halten nur Leute mit sehr gesundem Magen aus, und auch diese brauchen etwa $1^1/_2$ Stunden dazu, um nur die Mittagsportion an Kartoffeln zu zerkauen. Die Mehrzahl ist jedoch nicht imstande, diese Menge zu verzehren, und deshalb hat eine Kartoffeldiät Unterernährung zur Folge. Durch das Brotbacken unter Verwendung von Kartoffeln entfernt man rund die Hälfte des Wassers und steigert dadurch den Nährwert der Kartoffel sehr.

Aus der Kartoffel allein kann man jedoch kein Brot backen. Man muß mindestens ein Drittel Mehl hinzusetzen, um dem Brot die erforderliche Bindigkeit zu verleihen.

Damit das Kartoffelbrot nicht feucht wird, muß man hier umgekehrt verfahren wie mit Mehl. Dort wird Wasser hinzugefügt, hier dagegen muß Wasser *entzogen* werden. Dies erfolgt von selbst beim Backen, wenn dem Kartoffelteig, der aus Kartoffeln mit Mehlzusatz besteht, *gar kein Wasser* zugesetzt wird. Auf diese Weise entsteht statt einer Gewichtszunahme eine Gewichtsabnahme.

Man muß folgendermaßen verfahren: *Die gekochte Kartoffel*[1] *wird in eine einheitliche Masse zerquetscht und am Vorabend mit dem gewöhnlichen Brotsauerteig vermengt. Eine gar zu warme Aufbewahrung während der Nacht ist nicht günstig, weil die Kartoffel leichter als der gewöhnliche Teig zu sauer wird. Am Morgen wird Mehl zugesetzt; der Teig gärt jetzt noch etwa 3 Stunden* und dann wird das Brot wie gewöhnlich gebacken. Das Hinzumengen von Mehl erst am nächsten Morgen ist deswegen günstig, weil sich die Kartoffel vor dem Gären mit dem Mehl nur schlecht vermischt; beim Gären dagegen entsteht eine gewisse Verflüssigung der ganzen Masse, und die Vermengung ist besser auszuführen. Wenn man berechnet, wieviel Mehl man zu Kartoffeln von mittlerer Zusammensetzung (75 % Wasser) zur Erreichung eines normalen Teiges hinzusetzen muß, so wird man finden, daß 35 % Mehl und 65 % Kartoffeln erforderlich sind. Es ist aber besser, mit einer Mischung anzufangen, die 40 % Mehl und 60 % Kartoffeln enthält. Der Gewichtsverlust beim Backen beträgt bei nicht zu großen Broten etwa ein Viertel des gesamten Teiggewichtes.

So entsteht ein Brot mit normalem Wassergehalt bei einem Gehalt an stickstoffhaltigen Substanzen von 6—$6^1/_2$ % anstatt 7—8 % im gewöhnlichen Brot. Man kann diesen kleinen Unterschied auch dadurch beseitigen, daß man zu den Kartoffeln den zehnten Teil als Erbsen-, Bohnen- oder Linsenmehl hinzusetzt.

Eine andere Art, eine erhebliche Menge Kartoffeln in den Teig ohne Erhöhung des Wassergehaltes einzumengen, besteht in folgendem: Die rohen Kartoffeln werden auf einer Reibe zerkleinert und die Masse wird gepreßt; dadurch wird ein großer Teil Wasser herausgedrängt. Die ausgepreßten Kartoffeln werden dem Teig zugesetzt, der auf gewöhnliche Art vorbereitet worden ist. Den ablaufenden Saft läßt man abstehen, um die Stärke zu sammeln. Man kann auch an eine Herstellung des Viehfutters mit Hilfe des frisch erhaltenen Saftes denken, um auch die in ihm gelösten stickstoffhaltigen Substanzen auszunutzen.

[1] Wird die Kartoffel im Dampf gekocht, so kann man eine Erhöhung des Wassergehaltes beim Kochen vermeiden. Noch weniger Wasser enthält die gebackene Kartoffel.

Auch andere Methoden der Kartoffelausnutzung zu Nahrungszwecken verdienen eine genauere Untersuchung. Dies sind Methoden, die eine Verminderung der Kalorien- und Eiweißwerte der Nahrung vermeiden: z. B. eine Mischung gekochter Kartoffeln mit Erbsenmehl (5—10 %) muß beim Backen von Puffern in Butter ein wertvolles Nahrungsmittel ergeben. Es ist eine Aufgabe der Kochkunst, die Formen zu finden, bei denen auch die Geschmackseigentümlichkeiten solcher Mischungen befriedigend sind.

14. Die Kartoffelkrankheiten.

Von den *Kartoffelkrankheiten* nimmt die in den 40er Jahren in England und Frankreich zuerst aufgetretene und später sich über ganz Europa verbreitende *„Krautfäule* oder *Naßfäule"* die erste Stelle ein. Sie wird durch den Pilz *Phytophthora infestans*, der aus den kranken Saatknollen in die Blätter gelangt, hervorgerufen. Die Krankheit wird vor allem im Juli und im August sichtbar, wenn auf den Blättern zuerst schmutzige Flecken erscheinen, die aber rasch braun und schwarz werden und weiße Ränder zeigen; diese werden aber nur in feuchter Luft deutlich sichtbar. Das Kartoffelkraut stirbt ab und verbreitet einen unangenehmen Fäulnisgeruch. Die sich in diesen Flecken bildenden Konidien des Pilzes stecken bei feuchtem Wetter die Blätter der Nachbarpflanzen an; in trockener Luft keimen die Sporen nicht. Durch Regen herabgewaschen, gelangen die Sporen auch in den Boden an die Knollen der Kartoffel. Die Konidien keimen unmittelbar aus oder die sich aus ihnen bildenden beweglichen Zoosporen, nachdem sie sich mit einer Hülle umgeben haben, dringen in die Knollen ein, entwickeln in ihnen Hyphen, die bei der Aufbewahrung der Knollen mit überwintern und die gegenseitige Ansteckung der Knollen im Laufe des Winters und die Übertragung der Krankheit mit den Saatknollen auf das Feld herbeiführen. Als *Vorbeugungsmittel* gegen diese Krankheit wird empfohlen:

1. Die Entfernung der kranken Knollen aus den Aufbewahrungsräumen, vor allem aber beim Pflanzen;

2. die Auswahl der widerstandsfähigsten Sorten gegen diese Krankheit, z. B. „Magnum bonum", „Blaue Riesen", „Pjast", „Immergut";

3. eine Auswahl solcher Felder zum Kartoffelbau, die möglichst hoch und trocken liegen. Die Versuche von Marek über die Frage der Abhängigkeit der Erkrankung von den Bodeneigenschaften und seiner Feuchtigkeit ergaben auf Sandboden 14 % kranke Knollen, auf Lehm 36 % und auf Moorboden 26 %;

4. die Vermeidung einseitiger Stickstoff- und übermäßiger Stallmistdüngung;

5. tiefes Pflanzen und starkes Häufeln; das eine wie das andere zu dem Zweck, den Konidien das Durchdringen zu den Knollen möglichst zu erschweren; die Konidien vermögen scheinbar nur höchstens 10 cm in den Boden einzudringen, wobei man allerdings bemerken muß, daß solche Normen nicht für alle Böden dieselben bleiben können. Wollny erhielt in seinen Versuchen:

Mit Häufeln	2 % kranke Knollen
Ohne Häufeln	14 % kranke Knollen

Bei einem Vergleich früher und später Behäufelung sprachen die Ergebnisse zugunsten einer frühen Behäufelung. Die Erwärmung der Saatknollen durch Eintauchen in warmes Wasser von 50° C verhindert die Krankheitsübertragung (nach Jensen). Die Schwierigkeit in der Durchführung dieses Verfahrens liegt jedoch auf der Hand. Als Vorbeugungsmittel kann das Bespritzen mit *Bordeauxbrühe* empfohlen werden, die aus Kupfervitriol und gebranntem Kalk in verschiedenem Mengenverhältnis (1—2 % $CuSO_4$ und $^1/_2$—1 % CaO) zusammengesetzt wird. Wie Versuche gezeigt haben, wirkt das Bespritzen der Pflanzen mit dieser Flüssigkeit besser, wenn es früher angewendet wird, bevor

die Krankheit hervortritt. Das Mittel wirkt nur in solchen Fällen, wenn das Bespritzen bei trockenem Wetter erfolgt, so daß der Niederschlag auf den Blättern gut antrocknen und nachher nur noch schwer durch Regen abgewaschen werden kann. Daß die Kartoffelerträge durch Bespritzen mit Bordeauxbrühe gehoben werden, zeigt z. B. folgender Versuch von Prof. BUDRIN (Neu-Alexandrien). Er bespritzte ungedüngte Kartoffeln und solche, die mit Salpeter gedüngt waren, und erhielt vom Hektar folgende Erträge:

	ohne Bespritzung dz	mit Bespritzung dz
Von ungedüngten Parzellen	80,5	92
Von mit Salpeter gedüngten Parzellen .	117	126,5

Diejenigen Parzellen aber, die mit Kali und Phosphorsäure gedüngt waren, zeigten keine derartige Wirkung der Bespritzung, weil die Pflanzen hier weniger für die Phytophthora anfällig waren. Eine Anwendung der Bordeauxbrühe kann nur in intensiven Wirtschaften durchgeführt werden, in denen die Ausgaben für das Spritzen die großen Gesamtausgaben nicht wesentlich steigern. In extensiven Wirtschaften mit geringen Erträgen kann sich diese Ausgabe nur schlecht rentieren.

Für uns scheint es wesentlicher und sicherer zu sein, *die richtige Sorte zu wählen*, wozu allerdings außer allgemeinen auch noch örtliche Erfahrungen wichtig sind. Für das Gouvernement Moskau können wir hinsichtlich der *Immunität der Kartoffelsorten der Phytophthora gegenüber* folgende Beobachtungen anführen, die auf der phytopathologischen Station der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje im Jahre 1919 von M. S. UTKIN ausgeführt worden sind.

	Erkrankung der Blätter	% der kranken Knollen	Ernte einer Versuchsreihe[1]
Grazia (rosa Knollen) . .	einzelne zerstreute Flecken (nicht auf allen Pflanzen)	—	30,1
Switez	sehr wenig Flecke	—	31,7
Znicz	einzelne Flecke (nicht auf allen Pflanzen)	—	29,1
Magnola	wenig Flecke	—	34,3
Immergut	Erkrankung unter Mittel	—	32,2
Reitan	wenig Flecke	0,5	42,5
Epikur	sehr starke Erkrankung (das Kraut ist verfault)	—	28,7
Krüger	sehr wenig Flecke (das Kraut ist erhalten geblieben)	2,5	28,0
Aza	Erkrankung unter Mittel	3,0	25,1
Dr. Orth	mittlere Erkrankung	3,0	28,0
Ella	stark erkranktes Kraut (vor der Ernte bereits verfault)	3,5	24,0
Richters Imperator . . .	mittlere Erkrankung	5,6	32,1
Sibirische (Smolins) . . .	,, ,,	5,7	25,5
Fürstenkrone	,, ,,	7,0	28,0
Fürst Petrowsko-Rasumowsky	,, ,,	7,4	32,0
Zarenkartoffel	,, ,,	8,6	26,3
Woronesch (rosa)	unter mittel	13,5	25,7
Lange weiße Sechswochen	mittel	16,0	24,5
Prof. Simanowsky	sehr starke Erkrankung	35,0	25,0
Frühe Rosenkartoffel . . .	äußerst starke Erkrankung	67,0	34,5

[1] Die kranken Knollen mit eingeschlossen.

Von den Spätsorten erwiesen sich nach den Beobachtungen der Pflanzenzuchtstation der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje als die **widerstandsfähigsten** folgende Sorten: *Reitan, Granat, Switez, Immergut, Woroneschkartoffel.* **Mittelwiderstandsfähig** waren: *Epikur* (früh), *Grazia, Aza, Richters Imperator, Simanowsky, Ella, Magnola.* **Wenig widerstandsfähig** waren: *Zarenkartoffel, Sechswochen, frühe Rose, Mandelkartoffel* u. a.[1].

Wenn das Kartoffelkraut erkrankt ist, empfiehlt es sich, bei der Kartoffelernte das Kraut abzuschneiden und zu entfernen oder zu verbrennen, damit die Knollen nicht mit ihm in Berührung kommen und sich nicht in noch weit größerem Maße anstecken, als dies während des Wachstums bereits möglich gewesen ist. Eine Beschädigung der Knollen muß vermieden werden. Die beschädigten Knollen muß man ebenso wie die kranken Knollen von den Kartoffeln, die aufbewahrt werden sollen, trennen. Es empfiehlt sich, diese Knollen in einem trockenen, kühlen Raum aufzubewahren. Man überstreut sie gleichfalls mit Asche oder gelöschtem Kalk oder mit einem Gemisch von trockenem Sand mit Kalk. Die stärkste Laugenwirkung wird durch ein Gemisch von Asche und Kalk erreicht. Daher sind Versuche erwünscht, welche den Prozentsatz für derartige genügend wirksame Gemische mit Sand feststellen, die aber die Keimfähigkeit der Saatknollen nicht herabsetzen. Für diejenigen Kartoffelknollen, die zu anderen Zwecken bestimmt sind, ist die Zerstörung der Keimfähigkeit nicht gefährlich; sie kann sogar gewisse Vorteile bieten.

Die Knollenfäulnis kann, abgesehen von der Phytophthora, durch eine Reihe anderer Organismen hervorgerufen werden. So kann die *„Trockenfäule"* der Knollen durch verschiedene Pilze, z. B. Fusarium, die *„Naßfäule"* ebenfalls durch verschiedene Organismen, darunter auch durch die Bakterienart *Clostridium butyricum*, hervorgerufen werden.

In der Annahme, daß eine Wiederholung des Kartoffelanbaues auf demselben Felde eine Vermehrung der den Knollen schädlichen Mikroorganismen hervorrufen kann, empfiehlt es sich, in diesen Fällen die Fruchtfolge strenger zu beachten als es sonst beim Kartoffelbau notwendig ist.

Von den Krankheiten, welche die oberirdischen Organe der Kartoffel befallen, sei hier noch *die Welkekrankheit* erwähnt, die durch den Pilz *Verticillium alboatrum* hervorgerufen wird. Zur Einschränkung der Verbreitung dieser Krankheit empfiehlt sich die Entfernung der kranken Pflanzen von dem Felde, das zur Vermehrung des Saatgutes bestimmt ist.

Ebenfalls zu den Pilzkrankheiten gehören: Der *sog. Kartoffelschorf*, der die Knollen mit einem Korkgewebe überwuchert; ferner die *Pocken-* oder die *Warzenkrankheit*, durch welche auf der Oberfläche der Knollen Warzen von der Größe eines Stecknadelkopfes, die anfangs weißlich und dann dunkelbraun sind, hervorgerufen werden. Man unterscheidet verschiedene Schorfarten: den *Flach-* und *Tiefschorf*, den *Buckelschorf* und Mischformen. Die Krankheit wird dadurch hervorgerufen, daß die Hyphen (Actinomyces u. a.) durch die Poren eindringen und sich in dem Parenchymgewebe der Rinde vermehren; sie zerstören das Parenchymgewebe und rufen die Bildung eines neuen Cambiums und einer neuen Rinde hervor, wodurch der Fleck oder die Warze erscheint. Daß diese Krankheiten durch Pilze hervorgerufen werden, beweisen die Versuche von Frank. Er sterilisierte Boden und Knollen und erhielt dadurch in der Ernte keine kranken Knollen. Diese Krankheiten verderben das Aussehen der Knollen, richten aber quantitativ keinen wesentlichen Schaden an (abgesehen bei Speisekartoffeln Minderpreise). Es ist beobachtet worden, daß

[1] Siehe ebenfalls die oben angeführte Tabelle von Lorch.

der Schorf bei mehrjährigem Kartoffelanbau auf demselben Felde stärker auftritt, wobei einige Sorten anfälliger sind, z. B. Daber. Man weist auch darauf hin, daß durch Trockenheit und alkalische Bodenreaktion (zu starke Kalkdüngung auf Sandböden) die Verbreitung dieser Krankheiten begünstigt wird.

Auch *die Kräuselkrankheit der Blätter* ist eine Infektionskrankheit. Sie äußert sich darin, daß sich die Blätter zusammenrollen, wobei die grüne Blattfarbe in eine rötliche übergeht. Die Blätter werden hart und zerbrechlich; der Knollenertrag sinkt. Weil die Krankheit durch das Saatgut auf die nachfolgende Generation übertragen wird, empfiehlt es sich, als Saatgut nur frische, gesunde Knollen von auswärts zu beziehen.

Diese Krankheit wird ebenfalls wie die *Mosaikkrankheit* als *„Abbaukrankheit"* bei der einen oder anderen Kartoffelsorte beschrieben. Mit dem Auftreten des Abbaues verbindet man auch die *Fadenkeimigkeit*, die darin besteht, daß von den Knollen sehr dünne fadenähnliche kranke Keime gebildet werden; von anderer Seite wieder wird behauptet, daß diese Krankheit bei fortwährendem Anbau auf demselben Felde bei einer Vermehrung durch kleine Knollenstücke und vielleicht auch durch Einwirkung schlechter Bodenbearbeitung hervorgerufen wird. Genau sind diese Ursachen noch nicht festgestellt worden.

In letzter Zeit verbreitet sich im westlichen Europa noch eine sehr gefährliche Krankheit, der sog. *Kartoffelkrebs*. Diese Krankheit liegt vor, wenn, während sich die Kartoffel noch im Boden befindet, an Stelle der Augen hellgefärbte Geschwülste mit zerklüfteter Oberfläche entstehen. Allmählich werden diese Geschwülste braun und vergrößern sich, indem sie manchmal die ganze Knolle überziehen. Schließlich beginnen sie zu verwesen und bilden einen Schleim. Knollen, die auch nur teilweise von dieser Krankheit befallen sind, verderben bei der Aufbewahrung. Die Krankheit wird durch den Pilz *Chrysophlyctis endobiotica* oder Synchytrium endobioticum verursacht. Das einzige Mittel, diese Krankheit zu bekämpfen, besteht in der Züchtung krebsfester Sorten.

Die *Bakterien-Ringfäule* äußert sich durch Braunwerden der Schicht längs der Gefäßbündel. Als Ursache wird eine Bakterieninfektion der verwundeten Knollen angegeben. Deswegen muß man, falls eine Gefahr für das Auftreten dieser Krankheit besteht, das Pflanzen zerschnittener Kartoffelknollen vermeiden.

Von den Krankheiten, die nicht durch Mikroorganismen hervorgerufen werden, sei hier die *Zweiwüchsigkeit* der Knollen erwähnt. Die Zweiwüchsigkeit besteht darin, daß die Knolle schon im ersten Jahre Stolonen bildet, die wieder junge Knollen tragen; oder die jungen Knollen bilden sich unmittelbar aus den Augen der Mutterknolle, so daß eine Verzweigung der Knolle (*Kindelbildung*) entsteht. Diese Erscheinung wird meistens bei einer Wachstumsstörung beobachtet, z. B. rufen Regenfälle, die nach einer langen Dürreperiode einsetzen, wodurch das Wachstum gehindert worden war, ein neues starkes Einsetzen des Wachstums hervor, als dessen Folge ein Auswachsen der Knollen eintreten kann.

Tritt die Zweiwüchsigkeit lange vor der Kartoffelernte ein, so kann es möglich sein, daß darunter der Ertrag nicht leidet; man erhält nur kleinere Knollen. Tritt die Zweiwüchsigkeit dagegen später auf, so ist gewöhnlich ein Sinken der Erträge sowohl quantitativ wie qualitativ die Folge (der Stärkegehalt wird erniedrigt). Außerdem lassen sich die neugebildeten (zweiten) Knollen äußerst schlecht aufbewahren, so daß es sich empfiehlt, sie von den Knollen 1. Ordnung zu trennen. Die Spätsorten neigen eher zur Zweiwüchsigkeit.

Von den *Insekten* richtet der *Kartoffelkäfer* (Doryphora decemlineata) den größten Schaden an. Es frißt das Kartoffelkraut als Raupe und Imago. Er

zeichnet sich durch äußerst rasche Vermehrung aus; im Laufe eines Sommers erzeugt ein Käferpaar bis zu 60 Millionen Nachkommen. Regen und Kälte verträgt er sehr gut. Wird das Kartoffelkraut vom Käfer zu früh vernichtet, so reift die Kartoffel nicht aus. Ihr Geschmack ist dann unangenehm scharf. Infolgedessen führt Amerika, wo dieser Käfer riesige Verheerungen verursacht, große Mengen Speisekartoffeln ein. In Europa trat der Kartoffelkäfer wiederholt auf; gewöhnlich aber wurde er zu Beginn seiner zerstörenden Tätigkeit vernichtet. In Frankreich entstanden jedoch im Laufe des letzten Krieges große Kartoffelkäferherde, deren Vernichtung bisher noch nicht gelungen ist. Außerdem fressen die Raupen des Maikäfers und des Schnellkäfers (Agriotes segetis) die Knollen aus. Dadurch tragen sie zu einer Infektion durch Pilze und Bakterien bei. Die Raupen der Wintersaateule (Agrotis segetum) und der Ypsiloneule (Plusia gamma) beschädigen das Kartoffelkraut; der Schaden dieser Insekten ist jedoch unbedeutend.

15. Literatur.

A. Früher angeführte Literatur.

Blomeyer: Die Kultur der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. 1889.
Bogdanow: Der Kartoffelbau. 1903.
Budrin: Ergebnisse der Versuche über den Anbau der landwirtschaftlichen Pflanzen.
Chartschenko: Die Kartoffel und der Kampf mit der Fäulnis. 1919.
— Ernte und Aufbewahrung der Futtermittel. 1915.
Fruwirth: Die Züchtung usw. 3, 1906.
Girard: Untersuchungen über den Kartoffelbau. Landw. u. Forstw. **1892**.
Müller-Thurgau: Das Erfrieren und die Zuckerbildung der Knollen. Landw. Jb. **1880—86**.
Poggenpol: Die Kartoffel. 1897.
Remy: Der Kartoffelbau. 1909.
Snell: Kartoffelsorten. Arb. Forschungsinst. f. Kartoffelbau (Berlin 1922).
Stebut: Die Grundlagen des Ackerbaues. 1882.
Störmer: Kartoffelbau 1918. Arbeitsziele d. dtsch. Landw. nach d. Kriege.
De Vries: Entwicklung der Knollen. Landw. Jb. **1878**.
Werner: Kartoffelbau. Thaer-Bibl. 8. Aufl.
Wiener: Die Kultur der Kartoffel. 1905.
Wollny: Saat und Pflege. 1888.
Arbeiten des Forschungsinstitutes für Kartoffelbau: Berlin-Steglitz, H. 1—6. Versuchserg. a. d. Gesamtgeb. d. Kartoffelbaues. **1922** u. folg. Jahre.
Aufbewahrung der Kartoffel. Appel: Einmieten der Kartoffeln. Biol. Reichsanst. Land- u. Forstw. **1902**.
Ergebnisse über *Feldversuche* mit Kartoffeln. Ber. d. Versuchsorg. d. Moskauer Landstandes. — Arb. d. Versuchsnetzes f. d. Gouv. Kijew. — Die Artikel von Frankfurt, Wengerowsky, Philippowsky. — Nachr. d. Versuchsfeldes in Poltawa. — Ber. d. Versuchsstat. Schatilowo u. a. Versuchsanst.
Über Gründüngung (Lupine) auf den Sandböden des Nordens. Doppelmair: Landw. u. Forstw. **1917**. — Serradella zur Kartoffel: siehe Philippowsky: Landw. Z. **1914**. Auch Alexejew: Berichte d. Versuchsstat. Nowosybkow.
Jahresberichte für die gesamte Landwirtschaft (Bürstenbinder) bringt alljährlich die Literatur über die Kartoffel (vorwiegend deutsche Lit.) (erscheint nicht mehr).
Die Kartoffeltrocknung. Parow: Handb. d. Kartoffeltrocknung. 1916. — Siehe ebenfalls Ippolitow. 1916. — Über technische Bearbeitung überhaupt s. Z. Spiritusind. — Nachr. d. altruss. Gesellsch. d. Stärke- u. Melasse-Fabrikanten usw.
Über Krankheiten s. die Vorlesungen von Prof. Rostowzew (Phytopathologie). Jahreshefte f. Krankheiten u. Beschädigungen. Zusammengestellt von Jatschewsky (auch die Broschüre des letzteren: Die Kartoffelkrankheit. 1910).
Maschinen zur Kartoffelkultur. Siehe Dudnikow und Sladkow: Nachr. d. Bur. f. angew. Mechanik 5, 1913.
Ministerium der Landwirtschaft und der Staatsdomänen. Der Kartoffelbau in Rußland 1897 (und 1912).
Nikitinsky, J.: Nachweis für Bücher u. Hefte üb. Verarbeitung u. Anbau der Kartoffel. Nachr. d. Stärke-Melasse-Ind. **1918**.
Zeitschrift für Spiritusindustrie bringt Berichte über die Prüfung von Kartoffelsorten in Sortenversuchen in Deutschland (s. Ergänzungshefte).

B. Nachtrag zur 7. Auflage.

Appel: Taschenatlas der Kartoffelkrankheiten. 1924. (Ein vorzüglich und nicht teuer herausgegebener Atlas, mit farbigen Bildern und erklärendem Text.)
Asejewa: Zur Genetik der Kartoffel. Ebendort.
— Die Sortenzusammensetzung des Kartoffelpflanzgutes in bäuerlichen Betrieben im Gouv. Moskau. Ebendort.
— Systematik der Kartoffelsorten. Arb. d. Abt. d. Moskauer Landw. Versuchsstat. in Korenewo. 1926.
Bukasow: Die Kartoffel (Sortenzüchtung und Auslese). Arb. angew. Bot. 15, 1925.
— Die Kartoffelsorten und ihre Klassifikation. Ebendort 13, 1923.
— Die Kartoffelsorten in Rußland. 1925.
Ducomet et Foex: Les maladies de la pomme de terre. 1923.
Jatschewsky: Abbaukrankheiten der Kartoffel.
Kulschinsky: Wie kann man schnell neue Kartoffelsorten vermehren. 1924.
Lorch: Die technisch verwertbaren Kartoffelsorten. Nahrungsind. 1926.
— Die Verbesserung der Kartoffel. 1924.
Mirsojew: Arbeiten des Versuchsfeldes für Kartoffelbau auf Sandböden. 1926.
Mottet, Maison Vilmorin: La Pomme de Terre. 1920.
Illustrierte landw. Presse: Kartoffel-Sondernummer. März 1922.
Puschkarjew: Die Stärkebestimmung in der Kartoffel nach dem spez. Gewicht. Rostow-Don 1925.
Snell: Die Kartoffel 1922. Naturschätze der Heimat, H. 3.
Utkin: Immunität der Kartoffelsorten gegen Phytophthora und Rhizoctonia. Arb. d. Entomo-Phytopatholog. Verslg 1921.
— Die Kartoffelaufbewahrung. Wege der Landwirtschaft. Okt. 1925.
Woltschansky: Die Kartoffel, ihre Bedeutung und Kultur. 1924.

b) Der Topinambur oder die Erdbirne.

Der *Topinambur* (Helianthus tuberosus L.) ist wie die Kartoffel von Südamerika nach Europa eingeführt worden. Weil er zu der Familie der Kompositen gehört, hat er mit den anderen Kulturpflanzen aus dieser Familie sehr viel gemeinsam; so mit der Sonnenblume, von der er sich hauptsächlich dadurch unterscheidet, daß er Knollen ausbildet. Auch sind seine Blätter kleiner, desgleichen hat er kleinere Blüten, deren Durchmesser nicht mehr als 3—4 cm beträgt. Bei uns bildet der Topinambur entweder gar keine oder nur sehr wenig Samen aus.

Der Topinambur wird seiner Knollen wegen angebaut, die als Viehfutter Verwendung finden, aber auch wegen des Krautes, das, wie wir weiter unten sehen werden, ziemlich nährstoffreich ist und ein geeignetes Futtermittel besonders für Schafe liefert (wenigstens die Blätter und die zarten oberen, bei Zerkleinerung auch die unteren Teile der Stengel). Der Anbau des Topinambur zur Spiritusgewinnung konnte keinen festen Fuß fassen trotz der leichten Verzuckerung seiner Kohlehydrate. Die mittlere *Zusammensetzung der Knollen* der Erdbirne kann folgendermaßen angegeben werden: 80—80,5 % Wasser und 19,5—20 % Trockensubstanz. Die Hauptmasse der Trockensubstanz besteht aus stickstofffreien Substanzen (15—17 %), darunter das Inulin[1]. Sie enthält auch andere Kohlehydrate, die bei der Verzuckerung Lävulose ergeben. Lävulose selbst ist nur in geringen Mengen vorhanden. Weiter enthält die Trockensubstanz 2 % Rohprotein, dessen Stickstoff zur Hälfte auf den Stickstoff der Amido-Verbindungen entfällt. Endlich sind auch noch Asche und Rohfaser zu je 1 % enthalten. Infolgedessen unterscheiden sich die Knollen des Topinambur von denjenigen der Kartoffel durch höheren Wassergehalt, durch eine etwas geringere Trockensubstanz, was auch einem geringeren Gehalt an stickstofffreien Substanzen entspricht, die dazu auch noch durch andere Kohlehydrate vertreten sind. Der größte Teil von ihnen ist zum Unterschied von der Stärke wasserlöslich. Deswegen erhalten wir bei der Umrechnung auf Trockensubstanz

[1] Zu den Pflanzen, die Inulin ansammeln, gehören auch die Zichorie und die Dahlien.

85% lösliche Substanzen, woraus man auf eine große Verdaulichkeit des stickstofffreien Teiles der Knollen schließt.

Nach der Knollenfarbe unterscheidet man folgende *Sorten*: *weiße, gelbe* (gewöhnlich die ertragreichsten) und *rote*. Sie unterscheiden sich durch verschieden hohen Gehalt an stickstoffhaltigen Substanzen und daher durch ihren Nährstoffgehalt. An das *Klima* stellt der Topinambur keine großen Ansprüche; er dringt weit nach Norden vor. Seine Knollen können in Mitteleuropa im Boden überwintern. An den *Boden* stellt der Topinambur geringere Ansprüche als die Kartoffel. Er kann auf flachgründigen Böden angebaut werden, weil sich seine Wurzeln nur flach entwickeln. Er verträgt noch sandigere Böden als die Kartoffel. Endlich kann er auf wenig kultivierten Böden mit steinigem Untergrund, auf geneigten Feldern und auf unebenen Stellen angebaut werden. Das einzige, was der Topinambur verlangt, ist *Lockerheit des Bodens*; deswegen gedeiht er nicht auf zu bindigen Lehmböden. Weil der Topinambur mehrere Jahre hintereinander auf demselben Schlag angebaut werden kann, wobei er sich durch kleine Knollen vermehrt, die bei der Ernte im Boden gelassen werden, und wodurch er die nachfolgenden Bestände verunreinigt, weil er ferner auf solchen Stellen angebaut werden kann, die für andere Pflanzen ungeeignet sind und weil schließlich seine Kultur nur von geringer Ausdehnung ist, deshalb wird er auf besonderen Feldstücken angebaut, die nicht in die Fruchtfolge mit einbezogen werden. *Düngemittel* werden nur auf sehr schlechten Böden angewendet. Die *Kulturmaßnahmen* sind im großen und ganzen dieselben wie bei der Kartoffel. Man baut den Topinambur in Reihen an. Der Reihenabstand wird ungefähr doppelt so groß gewählt wie die Entfernung der einzelnen Pflanzen in der Reihe, z. B. 70 × 35 cm. Die *Pflegemaßnahmen* bestehen wie bei der Kartoffel aus Eggen, Hacken und Häufeln. Manchmal werden die überflüssigen Pflanzen auch ausgezogen und auf Fehlstellen verpflanzt. Die großen Knollen werden geerntet, aus den kleinen dagegen gehen im nächsten Jahre neue Pflanzen hervor. In Ländern, die sich durch einen mehr oder weniger warmen Winter auszeichnen, werden die Knollen je nach Bedarf den ganzen Winter hindurch bis zum Frühjahr aus dem Boden geholt. Die ausgegrabenen Knollen lassen sich allerdings schwer aufbewahren. Das *Kraut* wird zur Verfütterung schon vor dem Absterben abgemäht. Dies hat ein gewisses Sinken des Knollenertrages zur Folge. Deswegen muß man schon eine Entscheidung treffen zwischen dem Mehrertrag, den man bei vollem Ausreifen erhält, und dem Futter, das durch das Abmähen des Krautes vor der Reife anfällt. Gewöhnlich werden die Stengel zum Trocknen in Garben zusammengebunden. Die getrockneten Stengel werden an Schafe verfüttert, welche die zarteren Teile abfressen; die groben Reste dienen als Heizmaterial. Die frischen Stengel können in zerschnittenem Zustande verfüttert werden. Im Knollenertrag übertrifft der Topinambur die Kartoffel; als eine Mittelernte kann man 150 dz/ha annehmen; seltener sind Erträge von 300 dz/ha und sogar 450 dz/ha.

In Polen wird die Erdbirne manchmal im Walde zur Verfütterung an Wildschweine angepflanzt, wobei die in der Erde verbleibenden kleinen, nicht aufgefressenen Knollen die Vermehrung in den nachfolgenden Jahren sicherstellen.

Zur technischen Verarbeitung in Fabriken findet die Erdbirne vorläufig noch keine Verwendung. In Amerika wird jedoch augenblicklich die Frage erörtert, wie man aus der Erdbirne Lävulose gewinnen kann, deren süßer Geschmack nicht nur den der Dextrose, sondern sogar auch denjenigen der Saccharose übertrifft. Man nimmt an, daß dieselbe Apparatur einer gewöhnlichen Zuckerfabrik nach Beendigung der Zuckerrüben-Campagne zur Verarbeitung der Erdbirne verwendet werden kann.

II. Wurzelfrüchte.

Zu den Wurzelfrüchten rechnet man eine Gruppe von Pflanzen, die wegen ihrer landwirtschaftlichen Eigentümlichkeiten zusammengefaßt werden. Botanisch aber bilden sie eine recht ungleichartige Gruppe, weil sie verschiedenen botanischen Familien angehören. Die Pflanzen, die hierher gehören, werden zur Gewinnung ihrer saftigen Wurzeln, die reich an löslichen Kohlehydraten sind, angebaut. Als charakteristische Eigenschaft ihres Anbaues ist, abgesehen von einer tieferen Bodenbearbeitung und kräftigeren Düngung, die *Bearbeitung zwischen den Reihen* während der Vegetationszeit anzusehen. Infolge dieser Bearbeitung nennt man diese Pflanzen zusammen mit den Knollenwurzlern *Hackfrüchte* oder auch *Bracheſrüchte*, weil ihr Anbau in mancher Hinsicht die Brachebearbeitung ersetzt.

Die unbedingte *Notwendigkeit einer Bearbeitung des Bodens zwischen den Reihen* während der Wachstumszeit ergibt sich aus dem großen Gegensatz zwischen der Fläche, die von den jungen Pflänzchen besetzt wird, und der Fläche, welche die ausgewachsenen Pflanzen einnehmen, zum Unterschied von den Getreidearten, die bereits zur Bestockungszeit den Boden selbst bedecken. Bei den Wurzelfrüchten dagegen muß man infolge der kräftigen Entwicklung der Einzelpflanze, die aber erst gegen Ende des Sommers eintritt, bereits von Anfang an jeder Pflanze einen größeren Standraum zur Verfügung stellen. Infolgedessen bleibt der Boden zwischen den Reihen während der ersten Vegetationsperiode längere Zeit unbedeckt. Weil aber für diese Pflanzen der Boden gut gedüngt und gelockert wird, so würden ohne Hackkultur günstige Verhältnisse für eine schnelle Entwicklung der Unkräuter geschaffen werden. Infolgedessen ist das Hacken unumgänglich notwendig. Durch das Hacken aber wird der Anbau der Wurzelfrüchte ein gutes Mittel im Kampfe gegen die Unkräuter. Deswegen verlangt die Kultur der Wurzelfrüchte neben größeren Ausgaben für Bearbeitung und Düngung als beim Getreidebau einen bedeutenden Arbeitsaufwand auch für die Pflegemaßnahmen im Laufe des Wachstums, in der Ernte und für den Abtransport der schweren Erntemasse, die 75% und mehr Wasser enthält.

Jedoch sind die *Vorteile*, die eine intensive Wirtschaft durch die Einführung der Wurzelfrüchte erlangt, derart groß, daß sie den größeren Arbeitsaufwand, den sie verursachen, reichlich bezahlt machen. Wir wollen die wichtigsten von ihnen betrachten:

1. Die Wurzelfrüchte können von derselben Fläche das $2^1/_2$—3fache an wertvollen Nährstoffen liefern wie das Getreide. Enthält z. B. eine Roggenernte von 18 dz/ha 15,6 dz Trockensubstanz im Korn, so bringt eine Zuckerrübenernte von 180 dz/ha Wurzeln rund 40,5 dz Trockensubstanz, wobei sie rund 32,2 dz Zucker, der Roggen dagegen 11,7 dz Stärke enthält. Noch mehr Trockensubstanz von einem Hektar können die Futterwurzelfrüchte liefern. So bringt eine Futterrübenernte von 375—450 dz/ha Wurzeln 45—54 dz/ha Trockensubstanz; Höchsterträge können aber 75—90 dz Trockensubstanz vom Hektar liefern. Bei Getreide aber ist es schwer, mehr als 30 dz Trockensubstanz zu ernten.

Allerdings sind die Wurzelfrüchte *eiweißarm*. Dabei vergißt man aber, daß diese Armut nur prozentual zu verstehen ist. Von 1 ha liefern die Wurzelfrüchte, die zu Futter- und Nahrungszwecken angebaut werden, nicht weniger Eiweiß als das Getreide. Während z. B. eine Roggenernte von 15 dz/ha gewöhnlich 1,65—1,8 dz Eiweiß enthält, bringt die Futterrübe bei einer Ernte von 375—450 dz/ha 4—5 dz Rohprotein, von denen 1,65—1,8 dz auf das Eiweiß selbst entfallen, der Rest auf Amide, die ebenfalls einen gewissen Futter-

wert besitzen. Am meisten wird die Eiweißarmut der Wurzelfrüchte dadurch verursacht, daß bei ihnen auf dieselbe Eiweißmenge wie im Getreide eine gleiche oder eine größere Menge an Amiden und eine 3fache Menge an Kohlehydraten im Vergleich zum Getreide von gleicher Fläche kommt. Dabei sind diese Stoffe in einer noch größeren Wassermenge gelöst; deswegen hat die Frage der *künstlichen Trocknung* der Wurzeln und der Knollen sehr große Bedeutung. Dies ändert aber nichts an der Tatsache, daß es durch den Anbau dieser Pflanzen möglich ist, die Kohlehydraternten von der Flächeneinheit stärker zu steigern als die Eiweißernten. Um das eine wie das andere zu erreichen, muß man gleichzeitig mit der Ausdehnung ihrer Anbaufläche auch diejenige der *Leguminosen zur Körnergewinnung* vergrößern, die 2—$2^1/_2$mal soviel Eiweiß von derselben Fläche liefern, und die Kleefläche, wodurch die Eiweißmenge in Form von Milch und Fleisch für die Ernährung des Menschen erhöht wird.

Wenn die Kartoffel auf armen Böden ihren Erträgen nach die erste Stelle einnimmt, so trifft für die äußerst fruchtbaren Böden das Gegenteil zu. Hier übertreffen die Wurzelfrüchte die Kartoffeln.

In Deutschland bestanden folgende Verhältnisse in dem Jahrzehnt vor dem Kriege:

	Zuckerrüben dz	Kartoffeln dz	Weizen dz	Roggen dz
Ernte je ha	285,0	140,0	20,5	17,5
Stärkeäquivalente . . .	**45,0**	26,6	**14,6**	12,5

Diese statistischen Durchschnittszahlen sind insofern nicht ganz vergleichbar, weil sie sich auf verschiedene Bodenverhältnisse beziehen; die Kartoffel wird auf schlechteren Böden gebaut als die Rübe. Indessen ist der Vergleich zwischen den Rüben- und Weizenzahlen durchaus möglich.

2. Außer dieser direkten Bedeutung (Lieferung einer größeren Summe an Nährwerten von der Flächeneinheit) erhöht der Anbau der Wurzelfrüchte auch die *Erträge sämtlicher Nachfrüchte.* Dabei ist diese Wirkung stärker als bei der Kartoffel.

So wirken die tiefere Bodenbearbeitung und die Lockerung zwischen den Reihen günstiger auf die Erträge der nachfolgenden Pflanzen, weil sie nicht nur den Boden lockern, sondern ihn auch von Unkräutern befreien. Wenn es auch infolge der klimatischen Verhältnisse nicht immer möglich ist, nach Hackfrüchten Wintergetreide zu bauen, so ist der Boden doch für die Sommerung vorzüglich vorbereitet, vor allem durch die Lockerung, die bei der Ernte der Wurzeln und Knollen erfolgt. Ferner wird die mit Erfolg gegebene stärkere Düngung von den Hackfrüchten nicht ganz ausgenutzt; sie wirkt daher auch auf Nachfrüchte günstig. Eine allgemeine Ertragssteigerung in der Wirtschaft ist die Folge.

Nach den Mitteilungen von Aereboe hatte die Verbreitung der Zuckerrübenkultur in den Zuckerrübenwirtschaften Deutschlands nicht nur eine Ertragssteigerung der Getreidearten je Flächeneinheit zur Folge sondern auch eine Steigerung der Gesamternte an Korn, *mit anderen Worten, das Ansteigen der Erträge machte die Verringerung der Getreideflächen mit großem Überschuß bezahlt.*

3. Durch die Einführung der Wurzel- und Knollenfrüchte wird eine *Vergrößerung der bebauten Fläche* auf Kosten der Brache erreicht. Die Brache wird durch die Kultur der Hackfrüchte in bedeutendem Ausmaß ersetzt. So gewann Deutschland, das im Laufe des verflossenen Jahrhunderts durch die Einführung der Hackfrüchte und des Kleebaues die Brache bis auf 2% (1922) verringert hatte, nur infolge dieser Einführung neues Ackerland, das 30% der bebauten Fläche ausmacht[1].

Wenn dieses endgültige Ziel auch nicht unter allen Verhältnissen gleichmäßig leicht zu erreichen sein wird, so ist doch das Streben in dieser Richtung überall möglich und wünschenswert. Jedenfalls erleichtert die Einführung der

[1] Hierunter wird verstanden, daß die Brache früher in der Dreifelderwirtschaft 33% des Ackerlandes einnahm.

Wurzelfrüchte die Zusammenstellung einer Fruchtfolge mit geringer Bracheflächе. Außerdem darf man nicht vergessen, daß es außer der Ausdehnung der Wurzelfrüchte auf Kosten der Brache und Getreidefläche auf besseren Böden möglich ist, die Hackfruchtkultur auch noch in Form einer ergänzenden Zwischenkultur auszunutzen; und zwar in dem Anbau als *Untersaat* (Möhren und Turnips) und als *Stoppelsaat* (Turnips). Dadurch ist man in der Lage, im Herbst eine 2. Ernte (der Hackfrüchte) von demselben Feld zu gewinnen, das in dem gleichen Jahre bereits eine Getreideernte oder ein Futtergemenge geliefert hat. Daß diese Methode der Vermehrung der Ernten von derselben Fläche auch bei uns möglich ist, haben die Versuche der Versuchsstation in Sumy und der Farm der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje bewiesen.

4. Die Einführung der Hackfrüchte erscheint ebenfalls als eins der vielen Mittel, eine *Versicherung gegen Mißernten* auf Grund der vergrößerten Vielseitigkeit der angebauten Kulturpflanzen einzurichten. Hierher gehört alles, was bei der Kartoffel in dieser Hinsicht bereits ausgeführt wurde und was die Unbeständigkeit der Erträge bei einförmigem Körneranbau und das Risiko einer Massenvernichtung der Saaten durch Wetterschwankungen und Schädlinge betrifft.

Größere Vielseitigkeit der angebauten Kulturpflanzen befreit von einem derartigen Risiko. Z. B. werden die Regenmassen, die in der 2. Sommerhälfte nicht mehr imstande sind, die schädliche Einwirkung der Dürre auf das Getreide aufzuheben, von den Wurzelfrüchten, die das Feld später räumen, noch ausgenutzt. Die Schädlinge sind bei ihnen teils anderer Natur (z. B. bei Rüben, Turnips); teils leiden diese Pflanzen (z. B. Möhren) überhaupt unter Schädlingen weniger. Einige von ihnen zeigen bedeutende Widerstandsfähigkeit gegen zeitweise Dürre, weil ihre tiefgehenden Wurzeln die tieferen Bodenschichten ausnutzen können (z. B. die Zuckerrübe).

5. Die Einförmigkeit der Kultur hat auch noch eine andere Unbequemlichkeit zur Folge, eine Arbeitsanhäufung zu gewissen Zeiten, z. B. bei der Getreideernte, die wieder mit Zeitabschnitten abwechseln, in denen völlige Arbeitsruhe herrscht. Durch die Einführung des Hackfruchtbaues kann man die *Arbeitsleistung steigern*, weil die Arbeitszeiten regelmäßiger und voller ausgenutzt werden können, weil die Feldarbeiten für die Pflege und Ernte der Hackfrüchte gerade in Zeiten fallen, zu welchen keine anstrengenden Arbeiten auf den Getreidefeldern zu verrichten sind; das Hacken und Verziehen der Wurzelfrüchte geschieht im Mai—Juni, die Ernte im September.

Außerdem kann man durch den Anbau der Wurzelfrüchte, die großen Arbeitsaufwand verlangen, in landwirtschaftlich übervölkerten Gegenden dem Überschuß an Arbeitskräften, der beim Getreidebau ungenutzt bleiben würde, Arbeitsmöglichkeiten bieten. Der Unterschied in dieser Hinsicht wird durch folgende Zahlen veranschaulicht:

Umlagewirtschaft (Schafhaltung, 19 % Ackerland)	3	Arbeitstage	je	Desjätine	= 1,09 ha[1]
Körner-Dreifelderwirtschaft (mit Spätbrache) . .	25	„	„	„	= 1,09 „
Primitive brachelose Wirtschaft	39	„	„	„	= 1,09 „
Verbesserte Bauernwirtschaft ($^1/_6$ Rüben, gedüngte Brache, Viehhaltung für eigenen Gebrauch) .	60	„	„	„	= 1,09 „
Industriewirtschaft intensiver Art (30 % Rüben)	95	„	„	„	= 1,09 „

6. Die Einführung des Hackfruchtbaues gestattet eine *Erhöhung des Viehstapels* nicht nur dadurch, daß die Erträge an Nährstoffen von derselben Fläche

[1] Nach Korchow: Der Anbau der Zuckerrübe als der beste Weg zum Fortschritt in der Ukraine. 1921. Hier ist angenommen, daß 1 ha Zuckerrüben unter unseren Verhältnissen 180 Arbeitstage beansprucht (direkte und indirekte Leistungen inbegriffen).

steigen, sondern auch dadurch, daß gerade die Form der Nährstoffe (saftige Futtermittel) sehr günstig für die Fütterung des Milchviehes ist. So wird z. B. die Rübe als „milchtreibendes" Futtermittel angesehen, wobei sie nicht nur als gut verdauliches Futter geschätzt wird, sondern auch weil man so die Gesamtheit der Futtermittel in einer Wirtschaft zur Milcherzeugung besser ausnutzen kann. Die in der Fabrik verarbeiteten Rüben liefern für die Viehhaltung ebenfalls Futtermittel als Diffusionsschnitzel und Melasse.

Die *technische Verarbeitung* der Wurzelfrüchte (Zuckerrübe) erfolgt zur Zuckergewinnung. Durch die Verbindung einer Fabrik mit dem Landgutsbetriebe ist es möglich, nur stickstoff- und aschefreie Substanzen, die durch die Pflanze aus der Kohlensäure der Luft und dem Wasser durch Synthese erzeugt worden sind, auszuführen: entweder unmittelbar Kohlehydrate, Zucker und Stärke oder den hieraus gewonnenen Spiritus. Dem Boden aber werden Stickstoff und Asche in Form von Stallmist, der bei der Fütterung der Tiere mit Fabrikabfällen (Rübenschnitzel, Melasse, Schlempe) anfällt, wieder zugeführt. In solcher Verbindung erscheinen die Wurzelfrüchte als ideale Pflanzen in dem Sinne, daß sie dem Boden alles das wiedergeben, was sie ihm entnommen haben, wobei die Produkte der Feldwirtschaft hoch bezahlt werden und die Erzeugung der Viehhaltung sich stark hebt.

Weil die Zuckerfabriken ihre Arbeit erst nach der Ernte der Wurzelfrüchte im Winter beginnen können, wird noch ein Schritt in der Richtung einer regelmäßigeren Arbeitsverteilung der ländlichen Bevölkerung in den verschiedenen Jahresabschnitten getan (Transport der Rüben, des Heizmaterials, des Kalkes usw.).

Von den Wurzelfrüchten werden hauptsächlich folgende 6 Pflanzen angebaut: *Zucker- und Futterrüben* (Beta vulgaris L.) aus der Familie der Chenopodiaceen, *Steckrüben* (Brassica rapa rapifera D. C.), *Kohlrüben* (Brassica napus rapifera D. C.) aus der Familie der Cruciferen, *Möhren* (Daucus carota L.) und *Pastinak* (Pastinaca sativa L.) aus der Familie der Umbelliferen und *Cichorie* (Cichorium intybus L.) aus der Familie der Compositen.

Als Beispiel wollen wir nur den Anbau einer Pflanze dieser Gruppe eingehender beschreiben, und zwar den der Rübe, welche die am meisten erforschte und verhältnismäßig verbreitetste Kulturpflanze dieser Gruppe bei uns ist. Bei uns nimmt die Zuckerrübe etwa 0,6 % der gesamten bebauten Fläche ein. In anderen Fällen wollen wir auf diese Beschreibung zurückgreifen, indem wir bei der Kultur der übrigen Wurzelfrüchte nur ihre individuellen Besonderheiten erörtern werden.

a) Die Zuckerrübe.

1. Die Herkunft der Zuckerrübe.

Die *Rübe* (Beta vulgaris) gehört nach ihren botanischen Eigentümlichkeiten zur Familie der Chenopodiaceen, der auch Spinat, Melde, Salsola, Salicornia, Kochia u. a. salzliebende Pflanzen angehören. Als Verwandte der Kulturrübe werden die Betaarten, die in Südeuropa, vor allem an der Mittelmeerküste vorkommen, angesehen, und zwar Beta vulgaris (nach anderen Mitteilungen Beta foliosa) und Beta maritima. Diese beiden besitzen eine dünne holzfaserhaltige verzweigte Wurzel, die jedoch immerhin einen Durchmesser von 2 cm erreicht, sich oft spiralförmig zusammendrehen kann und deren Zuckergehalt recht beträchtlich von 0,2 % bis 6 % schwankt.

Diese Zahlen gibt Proskowetz an. Nach Vilmorin dagegen trifft man auch Exemplare mit hohem Zuckergehalt unter wildwachsenden Formen an.

Beta vulgaris besitzt einen aufrecht wachsenden Stengel und wird als 1jährig angesehen, Beta maritima als 2- und mehrjährige Form mit niederliegendem Stengel. Die Frage, von welcher dieser beiden Formen unsere Rübe abstammt, wird jetzt dadurch vereinfacht, daß man nach den Versuchen von F. SCHINDLER beide Formen richtiger zu einer einzigen vereinigt und sie als gemeinsame Verwandte der Kulturrübe betrachtet, weil je nach den Wachstumsbedingungen sowohl der Habitus wie auch die Wachstumsdauer variieren kann; wahrscheinlich ist Beta maritima eine salzliebende Form von Beta vulgaris. Beide Formen sind anpassungsfähig und können beim Anbau auf gelockertem und gedüngtem Boden die Wurzelstärke und ihren Zuckergehalt unter entsprechender Verminderung des Rohfasergehaltes vermehren, mit andern Worten, sich der Kulturrübe nähern[1].

Infolge der Auslese unter besseren Wachstumsverhältnissen sind aus diesen Wildformen Gemüse- und Futterrübensorten entstanden. Aus der weißen Gemüserübe (schlesische Rübe) sind erst vor verhältnismäßig kurzer Zeit die Zuckerrübensorten hervorgegangen: im Jahre 1747 wies MARKGRAF in der Rübenwurzel das Vorkommen von Zucker nach. Im Jahre 1790 benutzte ACHARD[2] diese Tatsache zur Zuckergewinnung auf industriellem Wege, so daß der Rübenanbau zur Zuckergewinnung nur etwas mehr als ein Jahrhundert alt ist. Die Züchtung nach dem Zuckergehalt der Wurzeln, die von VILMORIN herrührt, stammt aus dem Jahre 1850. Indessen ist die Veränderung der Wurzel, die durch Züchtung und durch Kulturmaßnahmen erreicht worden ist, recht bedeutend. Während man zu Zeiten ACHARDS nur Rüben mit 5% Zucker kannte, besaß VILMORIN im Jahre 1890 (bis dahin konnten nur etwa 20 Rübengenerationen der Auslese unterworfen werden) einzelne Wurzeln mit einem Zuckergehalt von mehr als 20%. Heute sind Fälle mit weit höherem Zuckergehalt bekannt. Sogar in der Gesamtmasse, die in den Fabriken verarbeitet wird, erhält man jetzt im Saft oft mehr als 18% Zucker.

Die allmähliche Entstehung der *„Zucker"rübe* ist aus den Ergebnissen der Fabrikanalysen ersichtlich.

In Deutschland wurden folgende Veränderungen im Laufe aufeinanderfolgender Jahrzehnte beobachtet:

1838 . .	8,8%	Zucker	1868 . .	10,1%	Zucker	1898 . .	15,2%	Zucker
1848 . .	9,8%	„	1878 . .	11,7%	„	1908 . .	18,1%	„
1858 . .	10,1%	„	1888 . .	13,7%	„	1918 . .	19,2%	„

Für Rußland haben wir folgende Zahlen:

	Zucker %	Zuckerertrag dz/ha		Zucker %	Zuckerertrag dz/ha
1881—1885	12,3	11,5	1896—1900	16,5	17,8
1886—1890	13,2	15,4	1901—1905	18,4	22,3
1891—1895	14,1	16,5	1911—1914	17,7	23,2

Folglich hat sich der Zuckerertrag im Laufe der angegebenen Zeit verdoppelt. In Deutschland sind infolge der höheren Ernten auch die Zuckererträge doppelt so hoch als bei uns: 46,5 dz/ha.

Die erwähnten 3 Formen der Kulturrübe: *Speise-, Zucker-* und *Futterrübe* werden zur Gewinnung der Wurzeln angebaut. Aber es gibt noch eine andere

[1] Das russische Wort für Rübe „swökla" deutet vielleicht darauf hin, daß die Kultur der Gemüsegartenrübe bei uns byzantinischen Ursprungs ist (griechische Bezeichnung = sfekeli oder seutlon, albanische Bezeichnung = sfokle, bulgarische Bezeichnung = zweklo). Rußland, zur Zeit des Kijewer Fürstentums, kannte die Rübe als Gemüsepflanze früher als das westliche Europa (ZALENSKY).

[2] In Rußland wurde die erste Zuckerfabrik im Jahre 1800 erbaut (Blankenagel im Gouvernement Tula).

Form, den *Mangold* (Beta vulgaris cicla, bette poirée). Einige Mangoldsorten werden manchmal als Gemüse zur Gewinnung der Blätter angebaut.

Es wird behauptet, daß gerade diese Form die erste der verschiedenen Beta-Formen war, die in Westeuropa in Kultur genommen wurde (KAJANUS). Bei uns ist sie aber wenig bekannt.

Für unseren Feldbau jedoch ist nur die Futter- und Zuckerrübe von Interesse. Wenn wir in dem Anbau der Wurzelfrüchte zu Futterzwecken hinter dem Westen zurückgeblieben sind, so stehen wir nach dem Zuckerrübenbau an erster Stelle, wenn man von der absoluten Größe der Anbaufläche spricht, die im Jahre 1925 in den einzelnen Ländern folgende Ausmaße erreichte:

Rußland	480000 ha	Holland	66000 ha
Deutschland	367000 „	Rumänien	61000 „
Tschechoslowakei	304000 „	Italien	55000 „
Frankreich	207000 „	Schweden	40000 „
Polen	177000 „	Dänemark	37000 „
Spanien	88000 „	Jugoslawien	36000 „
Belgien	72000 „	England	24000 „
Ungarn	66000 „	Österreich	20000 „ usw.

Im ganzen betrug die Zuckerrübenfläche in Europa im Jahre 1925 rund 2106000 ha, in Amerika rund 300000 ha und auf dem gesamten Erdball ungefähr 2,5 Mill. ha.

Nach der erzeugten Zuckermenge jedoch stehen wir infolge der Unterschiede im Ernteertrag lange nicht an 1. Stelle, weil man im Westen von der Flächeneinheit die doppelte Zuckermenge erntet als bei uns.

Dieses schlechte Verhältnis zwischen Anbaufläche und Zuckerproduktion ist aus folgenden Zahlen für das Jahr 1914 ersichtlich:

	Fläche in 1000 ha	Zuckerproduktion in 1000 t
Rußland (im alten Gebietsumfang)	860	1525
Deutschland	543	2441
Österreich-Ungarn	440	1514
Frankreich	—	672
Italien	69	304
Holland	65	204
Belgien	56	202
U. S. A.	117	627

Diese Zahlen beziehen sich nur auf Rübenzucker, von dem im Jahre 1914 auf dem ganzen Erdball 8 Mill. t erzeugt wurden. Die Zuckermenge aus Zuckerrohr betrug 9 Mill. t. Im Laufe des Krieges und der Folgezeit verschob sich dieses Verhältnis stark zugunsten des Rohrzuckers.

2. Morphologie und Anatomie der Zuckerrübe.

Die Rübe ist gewöhnlich, wie alle anderen Wurzelfrüchte, eine *zweijährige* Pflanze. Die sog. Schosser- und Stengelbildungen bereits im ersten Jahre sind für den Anbau nicht erwünscht. Sie werden als Atavismus, als Rückkehr zur Wildform Beta vulgaris angesehen. Auch die entgegengesetzte Erscheinung tritt auf: eine Ausdehnung der Entwicklungsperiode bis zu 3 und noch mehr Jahren, was wieder an Beta maritima erinnert. Normalerweise bildet die Pflanze im ersten Jahr nur eine verdickte Wurzel mit einer Blattrosette, die an der Wurzel sitzt, und erst im zweiten Jahre den blütetragenden Stengel. Die zwittrigen Blüten mit grünen nach innen gekrümmten Blütenhüllblättern in der Fünfzahl sitzen in Gruppen zusammen

(von 2—6 am häufigsten). Die Früchte verwachsen bei der Reife miteinander und bilden den sog. Rübensamen. In Wirklichkeit enthält aber ein solches Gebilde ebensoviel Samen als Früchte. Wenn man die einzelnen Früchte näher betrachtet, so kann man an ihnen die Reste der Blütenhüllblätter bemerken. Nimmt man mit Hilfe eines Messers den flachen Deckel ab, indem man dabei die Höhlung des Fruchtknotens öffnet, so bemerken wir in ihm einen Samen mit einer glänzenden dunkelbraunen Schale und mit weißem stärkehaltigen Inhalt. Der äußere Samenteil wird von dem Keimling ausgefüllt, der gekrümmt ist und als unvollständiger Ring das Perisperm umklammert; dieses befindet sich in der Mitte. Im Keim sind bereits 2 Samenlappen angelegt und zwischen ihnen der Vegetationskegel, beim Keimling der künftige Wurzelhals (Hypocotyl) und die embryonale Wurzelspitze. Die Zellen des Keimes sind eiweiß- und fetthaltig. Das Perisperm ist mit Stärke angefüllt. Durch den inneren Samenlappen erfolgt die Aufnahme der Reservestoffe, die zur Entwicklung des Keimlings bei der Keimung verbraucht werden.

Die *Keimung* beginnt damit, daß nach dem Aufquellen der Wurzelhals und die Wurzeln zu wachsen anfangen. Sie zerreißen die braune Samenschale und gelangen nach außen, indem sie den verholzten Deckel, der von den zusammengewachsenen Fruchtblättern gebildet ist, anheben. Die Samenlappen bleiben länger im Innern der Frucht, wobei sie als übermittelndes Organ bei der Überleitung der Reservestoffe an die wachsenden Pflanzenteile dienen. Nachdem dieses Material verbraucht ist, treten die gleichen Samenlappen an die Oberfläche. Hier werden sie grün und beginnen die Kohlensäure der Luft zu assimilieren und die Pflanze mit der sich in ihnen bildenden organischen Nahrung zu versorgen. Hiermit ist das Stadium der Keimung vollendet. Es beginnt das selbständige Leben der jungen Pflanze, das mit der Entwicklung der Assimilationsoberfläche und mit der Verdickung der Hauptwurzel, die in Zukunft als Hauptbehälter für den Zucker dienen soll, zusammenhängt. Weil eine Abhängigkeit des Zuckergehaltes vom Bau der Wurzel besteht, so wollen wir bei der näheren Betrachtung der Wurzel etwas verweilen[1].

Der primäre *Bau der Wurzel* entspricht bei der Rübe dem allgemeinen Typus. In der Mitte liegen die Gefäße diametral angeordnet. An den Seiten folgt das Parenchymgewebe mit dem primären Kambium und dem primären Bastteil. Dann folgt noch eine Zellschicht: das Perikambium, dem in Zukunft bei der Entwicklung der Wurzel die Hauptrolle zufällt; weiter das Endoderm und die primäre Rinde. Aus der Vertikalplatte, in der sich die primären Gefäße befinden, gehen ebenfalls die Samenlappen hervor; hier bilden sich später die kleinen Furchen an den Seiten des Rübenkörpers, wo die Seitenwürzelchen von der Hauptwurzel abzweigen. Diese Seitenwurzeln sind in 2 senkrechten Reihen angeordnet; manchmal sind diese spiralförmig zusammengedreht. Wie wir sehen, erinnert im jugendlichen Stadium nichts an den Wurzelbau einer ausgewachsenen Rübe mit ihrer charakteristischen konzentrischen Anordnung aufeinanderfolgender Gefäßbündelringe. Der Übergang zu diesem endgültigen sekundären Bau der Wurzel erfolgt folgendermaßen. Die Tätigkeit des primären Kambiums hört bald auf; es bildet nur Gefäße, die bis zum ersten Blattpaar reichen. Das Perikambium dagegen beginnt sich stark auszubilden; dadurch erfolgt das Dickenwachstum der Wurzel, und dies geht so schnell vonstatten, daß die primäre Rinde dieser Entwicklung nicht mehr folgen kann. Sie zerplatzt in der Richtung der Risse, die durch die neugebildeten Seitenwurzeln gebildet worden sind, und fällt

[1] Siehe Näheres bei TABENZKY: (Beta vulgaris) saccharifera — ein Bilderatlas über die Rübenanatomie (Unterschriften in 3 Sprachen, darunter auch Deutsch).

ab, indem sie durch eine sekundäre Rinde ersetzt wird, die von einer dünnen Korkschicht umgeben ist. In dieser sekundären Rinde, die durch die Tätigkeit des Perikambiums gebildet worden ist und die aus Zellen besteht, die den Zellen des primären Parenchymgewebes sehr ähnlich sind, erfolgt die Bildung eines neuen Kambiumringes, dem in Zukunft hauptsächlich das Dickenwachstum der Wurzel obliegt. Nach außen von der primären Bastschicht sind 2 Tangentialreihen einer verstärkten Zellteilung sichtbar. Diese Reihen verlängern sich allmählich und berühren sich schließlich mit ihren Enden in der Platte der primären Gefäße oder in der Ebene des Austrittes der Seitenwurzeln. Wenn diese Kambiumschicht, die nach innen Holzfaser- und nach außen Bastgewebe bildet, ihre Tätigkeit beendet hat, wird in dem sekundären Rindenparenchym in einiger Entfernung von ihr als Ersatz ein zweiter Kambiumring, danach ein dritter usw. (bis 6—10) gebildet, so daß wir im gegebenen Augenblick eigentlich immer einen Kambiumring im Zustande höchster Tätigkeit vorfinden. Wenn aber die Tätigkeit im Sinne der Bildung neuer Zellen beendet ist, so ist das Dickenwachstum der entsprechenden Zone noch nicht beendet, weil dieses Wachstum auch durch eine Vergrößerung des Umfanges der schon fertigen Zellen erfolgen kann, was auch in der Tat der Fall ist. Mißt man die Entfernung zwischen den ersten Ringen in der jungen Wurzel und in einer älteren Wurzel, so findet man, daß sich diese Entfernung im zweiten Fall infolge des Wachstums der Parenchymzellen bedeutend vergrößert hat.

Auf diese Weise besteht der *Rübenkörper* sozusagen aus Kegeln von Gefäßbündeln, die ineinandergeschoben und voneinander durch Parenchymschichten getrennt sind. Ein solches System ist wenigstens auf den „Hals" und den „Wurzelkörper" der Rübe anwendbar, weniger auf den „Kopf" der Wurzel. Eine solche Dreiteilung der Wurzel in senkrechter Richtung wird durch folgende Unterschiede bedingt: Der Kopf, der obere Teil, der die Blattreste trägt, ist eine Stengelbildung. Der mehr oder weniger zylinderförmige Hals entspricht mehr oder weniger dem „Wurzelhals"[1] und trägt weder Blätter noch Seitenwurzeln. Die eigentliche Wurzel, der unterste konische Teil, trägt Seitenwurzeln, die sich an beiden Seiten in den obenerwähnten Längsfurchen befinden; dementsprechend sind auf einem Wurzelquerschnitt außer den Ringen Bündel sichtbar, die in radialer Richtung laufen und sich zu den Seitenwurzeln hinstrecken. Im Kopf ist das Bild der Gefäßbündelverteilung bedeutend komplizierter, weil der Vegetationskegel im Zentrum liegt und die jüngsten Blätter die inneren, die ältesten dagegen die äußeren sind. In der Wurzel ist es umgekehrt. Die ältesten Gefäßbündel liegen hier dem Zentrum am nächsten, die jüngeren dagegen, die den neuen, inneren Blättern entsprechen, befinden sich näher der Peripherie. Folglich müssen sich die Gefäßbündel auf ihrem Wege zu den Blättern irgendwo kreuzen, was auch tatsächlich im Wurzelkopf der Fall ist. An einem Querschnitt kann man sich davon leicht überzeugen, vor allem aber an einem Längsschnitt, der in der Ebene der Samenlappen geführt ist. Dieser Schnitt zeigt, wie das mittlere Gefäßbündel der Wurzel sich halbierend zum Teil des Kopfes abbiegt, und zwar senkrecht zur Richtung der späteren Bündel.

Der im Zellsaft gelöste *Zucker* ist in den Wurzelgeweben nicht ganz gleichmäßig *verteilt*. Betrachtet man das zwischen 2 Gefäßbündelringen eingeschlossene zuckerhaltige Parenchymgewebe, so scheinen die locker gelagerten, oft fast kugelförmig großen Zellen des Mittelteiles weniger zuckerhaltig als die Zellen

[1] Es ist richtiger zu sagen: Teile des Hypokotyles, weil bei einer gewissen Pflanztiefe dieses Hypokotyl einen größeren Prozentsatz von der Gesamtwurzellänge einnehmen und im unteren Teil Seitenwurzeln ausbilden kann. Deswegen kann man die Wurzel selbst von dem Hypokotyl nicht streng trennen (N. N. Kuleschow).

mit kleinerem Querschnitt, die näher an den Gefäßbündeln liegen, in ihrer Längsrichtung aber größer sind („Zuckerscheide" von DE VRIES). Deswegen sind Wurzeln mit Gefäßbündelringen in größeren Abständen und mit einer kräftigeren Entwicklung des großzelligen Parenchymgewebes weniger zuckerhaltig als Wurzeln mit Gefäßbündelringen in weniger weiten Abständen und mit einem geringeren Prozentgehalt an Parenchymgewebe. Hiermit bringt man in Verbindung, daß die Futterrübe weniger zuckerhaltig ist als die Zuckerrübe und daß große Zuckerrübenwurzeln wasserhaltiger sind als kleine. Im allgemeinen haben die zuckerreicheren Sorten einen kleineren Durchmesser der Parenchymzellen und eine größere Anzahl Gefäße auf der Flächeneinheit des Querschnittes (SCHINDLER, KOLKUNOW).

Hier ein Beispiel aus den Arbeiten SCHINDLERS.

	Durchmesser der Parenchymzellen Mikron	Anzahl der Gefäßbündel je Oberflächeneinheit
Zuckerrübe (Vilmorin)	61,0	35
Futterrübe (Oberndorfer) . .	133,3	15

Mit dem Bau der Wurzel wird auch die *Verteilung des Zuckers* in den verschiedenen Teilen der Wurzel in Verbindung gebracht. Wenn man Teile aus verschiedener Tiefe entnimmt, so stellt sich heraus, daß der höchste Zuckergehalt weder im Zentrum noch an der Peripherie liegt, sondern in einer gewissen Zwischenschicht, was mit dem oben Gesagten übereinstimmt und sich folgendermaßen erklären läßt. Im Zentrum, wo die Gefäßbündelringe am weitesten voneinander entfernt sind, entfällt zuviel auf das großzellige Parenchymgewebe. Betrachten wir den Mittelteil zwischen Zentrum und Peripherie, so finden wir ein günstigeres Verhältnis zwischen dem an länglichen Zellen sehr reichen Gewebe und dem lockeren Parenchym, infolgedessen auch den höchsten Zuckergehalt. Noch näher an der Peripherie sind die Gefäßbündelringe schon zu dicht nebeneinandergelagert, so daß sie überhaupt wenig Platz für das zuckerhaltige Gewebe frei lassen. Auch nach der senkrechten Richtung läßt sich eine analoge Verteilung des Zuckers beobachten. Am wenigsten ist er im Kopf vorhanden, der noch dazu neigt, grün zu werden, und weniger Zucker enthält als die Wurzel. Deswegen werden von den Wurzeln, die in die Zuckerfabrik gelangen, die Köpfe abgeschnitten. Im Mittelteil ist der Zuckergehalt am höchsten; in dem sich verengenden Rübenschwanz sinkt er wieder etwas ab.

So wechselte der *Zuckergehalt* bei der Analyse von zehn aufeinanderfolgenden Schichten, die senkrecht zur Längsachse der Wurzel herausgeschnitten wurden, beim Kopf angefangen, folgendermaßen:

1. . . . . 11,20 %	5. . . . . 16,05 %	8. . . . . 15,22 %
2. . . . . 14,67 %	6. . . . . 15,65 %	9. . . . . 14,90 %
3. . . . . 16,00 %	7. . . . . 15,36 %	10. . . . . 14,10 % [1]
4. . . . . 16,20 %		

Wenn in dem Rübenschwanz manchmal ein höherer Zuckergehalt beobachtet wird, so erklärt sich dies durch Wasserverlust; die Wurzeln welken im Rübenschwanz schneller als im Rübenkörper.

Die Unterschiede in der wagerechten Verteilung des Zuckers werden verschieden angegeben (z. B. 11,9 %—12,1 %—11,2 % vom Zentrum zur Peripherie hin). Andere Autoren dagegen haben die erwähnte Abnahme des Zuckergehaltes nach dem Zentrum hin überhaupt nicht beobachtet (PROSKOWETZ).

Im großen und ganzen bildet der verdickte Teil der Hauptwurzel, der sog. *Rübenkörper*, ein Speicherorgan für die Assimilationsprodukte; er spielt aber keine Rolle bei der Aufnahme der Nährstoffe. Diese Aufgabe wird von den

[1] Siehe Angaben dieser Art bei VOHRYSEK. — Ebenfalls bei BARTOS: Tovarni vyroba cukru repového. Prag 1924.

kleinen verzweigten Würzelchen erfüllt, die bei der Rübe zahlreicher ausgebildet sind als es auf den ersten Blick scheint. Das sehr weit verbreitete Netz dieser dünnsten Verzweigungen wird bei dem gewöhnlichen Herausreißen der Wurzeln aus der Erde abgerissen. Es kann aber leicht bei Wasserkulturen beobachtet werden, auch beim Ausschlämmen des Wurzelsystems aus Sandkulturen. Man kann es auch an einem Exemplar feststellen, das auf dem Felde gewachsen ist, wenn man die Pflanze, nachdem man sie genügend tief rund umgraben hat, unterfängt und die Erdmassen vorsichtig mit Wasser abspült. Diese dünnen Würzelchen, die bei der Wurzel an 2 Seiten aus den oben erwähnten Längsfurchen heraustreten, durchdringen den Boden, indem sie auf bedeutende Entfernung nach den Seiten hin vordringen. Korenwinder stellte dies durch folgenden Versuch fest: In den Mittelpunkt eines Kreises von 70 cm Durchmesser wurde etwas Dünger (Leinkuchen) gelegt. Am Rande des Kreises wurden Rüben ausgesät. Als sich die Pflanzen entwickelt hatten, konnte festgestellt werden, daß der Dünger von einem reichen Netz kleiner Rübenwurzeln durchwachsen war, die sich infolge des angetroffenen Nahrungsvorrates stark entwickelt hatten. Das Tiefenwachstum der Rübenwurzel ist ebenfalls recht bedeutend, besonders wenn es durch Lockerheit des Bodens begünstigt wird. So beobachtete A. Girard, der Rüben in aufgeschütteter, daher lockerer Erde anbaute, daß die Wurzeln den Boden eines Gefäßes sogar dann erreichten, wenn die Stärke der Bodenschicht $2^1/_2$ m betrug. Beim Anbau auf dem Acker schränkt die geringe Durchlässigkeit des Untergrundes das Eindringen der Wurzeln in die Tiefe ein. Auf Schwarzerdeböden ist das Eindringen der Wurzeln in den Boden bis auf eine Tiefe von 75 cm nichts außergewöhnliches. Einige Wurzeln können sogar nach Philipschenko eine Tiefe von 1—1,4 m bei einer Dicke des abgerissenen Wurzelendes von 2—3 mm erreichen. Ebenfalls fand Rotmistrow (Odessa), der die Ausbreitung der Rübenwurzel nach einer von ihm vorgeschlagenen Art[1] erforschte, daß die Rübe durch ihre Wurzeln eine große Erdmasse ausnutzt (140 cm in senkrechter Richtung, 110 cm im Durchmesser). Diese starke Entwicklung erklärt auch die Widerstandsfähigkeit der Rübe gegen Dürre und zum Teil auch andere besondere Eigenschaften, wie z. B. gute Ausnutzung des Bodenkalis. Fügen wir noch hinzu, daß, abgesehen von der großen Anzahl der kleinen Verzweigungen der Wurzeln und von der Länge dieser Verzweigungen, auf sie ein verhältnismäßig kleiner Teil der Gesamtmasse entfällt, weil sie so dünn sind. Jedenfalls beobachtete Hellriegel in Sandkulturen folgende Verteilung der Trockensubstanz, wenn man die Gesamternte der Trockensubstanz = 100 setzt; auf die Hauptwurzel 71,0 %, die Seitenwurzeln 6,7 % und die Blätter 22,3 %.

Die assimilierende Oberfläche der *Rübenblätter* ist recht beträchtlich. Ihre mittlere Größe für eine Pflanze beträgt 3000 qcm, mithin das 3—4fache der Fläche, die gewöhnlich den Pflanzen zur Verfügung steht. Die Blätter sind am Kopf spiralförmig angeordnet. Deswegen wäre es vergebens, eine Übereinstimmung zwischen der Zahl der Gefäßbündelringe in der Wurzel und der Zahl der Blattringe zu suchen, wie man es früher zu tun bemüht war. Die jungen Blätter haben Ellipsenform und sind flach. Die folgenden, größeren Blätter besitzen herzähnliche Form und stehen im allgemeinen der Form nach einem Dreieck mit abgerundeter Spitze näher. Sie werden oft „kraus", d. h. die Ränder werden wellenförmig und das Parenchymgewebe zwischen den Nerven wölbt sich. Es werden während der ganzen Vegetationsperiode neue Blätter gebildet — nach den Beobachtungen von Westermeyer rund alle 2 Tage ein Blatt. Diese neuen

[1] Siehe J. exper. Landw. 1917.

Blätter sind aber von verschiedener Größe und verschiedener Lebensdauer. Etwa 30 Blätter, die im Juni und Juli gebildet werden, leisten die Hauptarbeit; sie besitzen eine stärker entwickelte Blattoberfläche und größere Ausdauer. Die ersten und letzten Blätter dagegen sind kleiner und funktionieren nur während einer kürzeren Zeit. Das Gewichtsverhältnis zwischen Blättern und Wurzeln ist nicht konstant; es ändert sich in bestimmter Richtung, je nach dem Alter der Pflanze.

Wenn man eine gewisse Schematisierung zuläßt, kann man *im Leben der Rübenpflanze 3 Perioden* unterscheiden: In der *ersten* Zeit entwickelt die Pflanze die Assimilationsfläche (Blätter und Wurzeln), in der *zweiten* Zeit verbraucht sie den Hauptteil des sich ansammelnden Materials zur Verdickung der Hauptwurzel, d. h. zum Bau des Behälters für die Zuckerablagerung; im *dritten* Stadium, gegen Ende der Vegetationsperiode, wird hauptsächlich in der bereits fertig ausgebauten Wurzel Zucker angesammelt. Je nach dem Übergang von einem Stadium zum andern nimmt das Verhältnis des Gewichtes der Blätter zu demjenigen der Wurzel ab, wobei dies in der 2. Periode hauptsächlich vom schnelleren Wachstum der Wurzel, in der 3. aber auch vom absoluten Gewichtsverlust der Blätter abhängt, die allmählich absterben. Briem führt folgende Mittelzahlen für das Gewicht der Wurzeln und der Blätter nach Monaten an:

	Mai g	Juni g	Juli g	August g	September g	Oktober g
Wurzel	0,1	20	163	505	728	860
Blätter	0,9	66	251	303	263	227
Auf 100 g Wurzeln entfallen Blätter	989	330	154	60	36	28 [1]

Daraus ist ersichtlich, daß das Gewicht der Wurzeln ununterbrochen ansteigt, das Gewicht der Blätter dagegen sinkt, nachdem es ein gewisses Maximum erreicht hat.

Gegen Ende eines Sonnentages enthalten die Rübenblätter gewöhnlich bedeutende *Stärkemengen*. Im Laufe der Nacht verringert sich diese Menge aber infolge des Abtransportes zur Wurzel und zu den Vegetationspunkten in Form löslicher Kohlehydrate. Nach früheren Annahmen, die auf mikroskopischen Untersuchungen (de Vries) fußten, sind die löslichen Kohlehydrate in den Blättern und den Blattansätzen nur durch Glukose, in der Wurzel dagegen nur durch Saccharose (Rohrzucker) vertreten. Später jedoch zeigte A. Girard auf Grund chemischer Analysen, daß sich in den Blättern nicht nur die rechts und links drehende Glukose sondern auch Saccharose in geringen Mengen vorfindet, die seiner Meinung nach im Blatt als unmittelbares Assimilationsprodukt erzeugt wird und sich in fertigem Zustand nach der Wurzel hin bewegt, wo sie auch abgelagert wird. Zu demselben Ergebnis gelangte später auch Strakosch. In dieser Darstellung bleibt es ungeklärt, auf welche Weise sich die Saccharose von den Zellen mit geringer Lösungskonzentration (in den Blättern beträgt diese Konzentration rund 1%) zu den Wurzelzellen hinbewegt, wo die Konzentration recht groß ist (bis zu 15 und 20%). Diese Tatsache wird offenbar dadurch besser geklärt, daß man annimmt (mit Maquenne), daß sich von den Blättern zur Wurzel ein Gemisch von Glukose (Invertzucker) bewegt, das sich in den Wurzelzellen in Rohrzucker umwandelt; zu dieser Umwandlung genügt es, 2 Molekülen Dextrose und Lävulose Wasser zu entziehen, was mit Hilfe eines Fermentes geschehen kann. Stellt man sich weiterhin vor, daß das Zellplasma

[1] Siehe ebenfalls entsprechende Mitteilungen in den Arbeiten von A. I. Duschetschkin u. A. I. Philippowsky: Arb. d. Netzes d. Versuchsfelder d. Ges. d. Zuckerindustriellen, 10. u. 13. Mitt. 1911; Arb. d. Versuchsstat. Mironowo 1 (1924).

der Wurzel für den Rohrzucker schwer durchlässig ist, so ist begreiflich, daß sich der letztere dort in weit größeren Mengen ansammeln kann als in den Blattzellen und Blattstielen. Der ungefähr gleiche osmotische Druck, der von MAQUENNE für die Zellen der Blätter und der Wurzeln festgestellt wurde, läßt sich ebenfalls durch das Gesagte erklären: In der Wurzel kann sich das Produkt von großem Molekulargewicht (Saccharose) in weit höherer Konzentration vorfinden als Verbindungen von kleinerem Molekulargewicht, die in den Blättern vorherrschen.

3. Die chemische Zusammensetzung der Wurzel; die Ansprüche an die Wurzelform.

Der wichtigste Bestandteil, der *Zucker*, herrscht der Menge nach nicht vor, weil an der Bildung der Wurzelmasse das Wasser mit rund 75—80 % des Gesamtgewichtes den größten Anteil hat; danach erst folgt der Zucker mit 15—17 % des Wurzelgewichtes oder 17—18 % und sogar bis 20 % vom Saftgewicht, ferner von den stickstofffreien Substanzen die *Rohfaser* (rund 1 %) und andere Bestandteile der Zellwand (zusammen 4—5 %), weiter die *stickstoffhaltigen Substanzen, Eiweißstoffe* und *Nichteiweißstoffe* (zusammen rund 1,5 %) und endlich die *Aschebestandteile* (mit rund 0,75 % des Gewichtes der rohen Wurzel). Hier sind nur die Hauptgruppen der einzelnen Substanzen genannt worden; in der Tat ist aber die Liste der Rübenbestandteile recht lang. Wir wollen hier die wichtigsten Vertreter dieser Gruppen anführen.

Von den *löslichen Kohlehydraten* können außer Rohrzucker in der Rübe seine Zerfallprodukte (durch Inversion), und zwar ein Gemisch von Dextrose und Lävulose oder Invertzucker vorkommen. Wenn dieser übrigens auch in einer normalen Rübe gefunden wird, so in verschwindend kleiner Menge (0,05 % bis 0,129 %). In einer Rübe dagegen, die ausgetrieben oder verdorben ist, ist der Invertzucker reichlicher vorhanden, was mit einer Verringerung der Kristallzuckerausbeute zusammenhängt. Ferner enthält die Rübe in sehr geringen Mengen Raffinose (0,02 %) (Trisaccharid). Diese Raffinose ruft, wenn sie sich in größeren Mengen in der Melasse ansammelt, Fehler bei der Zuckerbestimmung mit polarisiertem Licht hervor, weil sie die Lichtebene nach derselben Seite wie der Rohrzucker dreht, jedoch viel stärker. Neben den Kohlehydraten findet man von den löslichen stickstofffreien Substanzen in der Rübenwurzel *organische Säuren*, vor allem Oxal- und Zitronensäure (vielleicht auch Apfel- und andere Säuren, die in den Abfallprodukten der Rübe auf der Fabrik im Scheideschlamm festgestellt wurden). Die Zellwände der Rübenwurzel enthalten außer Zellulose, dem Hauptbestandteil, noch viel *Pektinstoffe*, die als komplizierte Derivate von Kohlehydraten erscheinen (Arabinose, Galaktose). Von den Derivaten der Galaktose spielt bei der Bildung von Pektinstoffen die Galakturonsäure eine wichtige Rolle (EHRLICH-Breslau). Beim Kochen dieser Stoffe in alkalischen Lösungen können sie in Lösung gehen, in der sie sich unter Mitwirkung von Säuren und Fermenten als gallertartige Masse abscheiden. Rübensaft, der Pektine enthält, ist schwer zu reinigen; er schäumt stark und läßt sich schwer genau bestimmen; die Pektinsubstanzen drehen die Polarisationsebene. Es scheint, daß Rüben, die unter Feuchtigkeits- und Stickstoffüberfluß aufwachsen, zu erhöhtem Gehalt an Pektinsubstanzen neigen.

Die Menge der Substanzen, die durch *Äther extrahiert* werden (Fett, Phytosterin), ist in der Rübe nicht groß (0,1—0,2 % der Rohmasse).

Wenn wir zu den *stickstoffhaltigen Substanzen* übergehen, müssen wir bemerken, daß bei einem niedrigen Gesamtstickstoffgehalt in der Wurzel (0,24 % N oder 1,5 % Rohprotein) gewöhnlich nur die Hälfte des gesamten Stickstoffes

auf das Eiweiß entfällt; das übrige entfällt auf Amido-Verbindungen, auf Substanzen von basischem Charakter und teils auf Nitrate. Ammoniak enthält die normale Rübe gewöhnlich nicht in bemerkenswerten Mengen. Die Proteine oder Eiweißstoffe der Rübe sind weniger erforscht; ein Teil von ihnen ist löslich und befindet sich in dem ausgepreßten Saft, der andere Teil ist nicht löslich und bleibt in den Schnitzeln.

Weil die Eiweißstoffe sich bei der Reinigung des Saftes leicht absetzen, der Ammoniak aber, der sich übrigens auf Kosten der Amide bildet, bei der Erwärmung des Saftes mit Kalk verdunstet, so erscheinen diese Stickstoffverbindungen vom Standpunkt der Fabrik unschädlich; ihnen wird der übrige Stickstoff als *„schädlicher Stickstoff"* gegenübergestellt. Man rechnet, daß 1 Teil des „schädlichen Stickstoffes" 25 Teile Zucker von der Kristallisation zurückhält, die dann in der Melasse bleiben.

Von den *Amidverbindungen* ist Glutamin stark vertreten, zum Teil auch Asparagin. Es wird auch Tyrosin und Leuzin angetroffen; die letzteren sind wenigstens in ausgetriebenen Rüben gefunden worden (s. Näheres bei Rümpler, Smolensky und anderen Verfassern, die in der am Ende des Kapitels angeführten Literaturübersicht angegeben sind). Von den *organischen Basen* ist am meisten das *Betain* vertreten; sein Name leitet sich von Beta ab. Die *Nitrate* sind im Rübensaft in verschiedenen Mengen vorhanden. Manchmal sind diese Mengen infolge einer reichen Stickstoffdüngung recht groß, vor allem bei später Salpeterdüngung oder bei Verwendung von Düngemitteln, die sich langsam in Salpetersäure umsetzen. Nach Herzfeld entfallen vom gesamten Stickstoff (0,24 %) 0,09 % auf Eiweiß, auf Amide und Nitrate 0,12 %, auf Ammoniak und auf Betain 0,03 %. *Farbstoffe* kann die Zuckerrübe nur in geringen Mengen enthalten. Infolge eines Oxydationsfermentes, der Oxydase, wird der Rübensaft an der Luft zuerst rötlich, dann aber dunkel. Die *Aschesubstanzen* der Rübe werden durch das Vorherrschen der Kalisalze charakterisiert, wobei in der Wurzel rund die Hälfte der Asche auf Kali entfällt. Die Trockensubstanz der Wurzel enthält im Durchschnitt 3,8 % Asche, diejenige der Blätter dagegen 13,1 %, wobei nach Wolf auf die Rohmasse entfällt:

	Von der ganzen Asche	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	P_2O_5	SO_3	SiO_2	Cl
In der Wurzel .	0,754	0,372	0,051	0,057	0,064	0,012	0,110	0,041	0,024	0,031
In den Blättern	1,308	0,317	0,169	0,329	0,105	0,002	0,037	0,067	0,214	0,076

Diese Durchschnittszahlen sind großen Schwankungen unterworfen je nach dem Boden, der Düngung und nach den meteorologischen Verhältnissen, vor allem nach den Niederschlägen und nach der Verdunstungsstärke. Außerdem bleibt die Auslese nach dem Zuckergehalt, die bei der Rübe angewendet wird, nicht ohne Wirkung auf die Menge der Aschesubstanzen. Diese Menge sinkt allmählich je nach der Steigerung des Zuckergehaltes.

So führt Fruwirth für Deutschland folgende Zahlen an:

	1871 %	1888 %	1896 %	1910 %
Aschengehalt in der Trockensubstanz der Rübe	3,86	3,77	2,73	2,04

Die Menge des Stickstoffes sank auch allmählich.

Bei der *technischen Analyse* interessiert man sich gewöhnlich nicht so sehr für die Zusammensetzung der ganzen Rübenwurzel als für die Zusammensetzung des Saftes, der in der Fabrik durch die Diffusionsmethode gewonnen wird oder absichtlich in geringeren Mengen zu Probezwecken herausgepreßt wird. Ge-

wöhnlich bedient man sich bei der Bestimmung des Zuckers der Polarisationsmethode und ermittelt außerdem den Gehalt des Saftes an Trockensubstanz nach dem spezifischen Gewicht. Für die Zuckerbestimmung wird ein bestimmtes Saftvolumen genommen, das durch ein bestimmtes Volumen Bleiessiglösung geklärt wird. Dabei setzen sich die Farbstoffe ab, ebenso die organischen Säuren, die Eiweißstoffe und sonstige Nebenbestandteile, welche die Durchsichtigkeit des Saftes stören oder sich zu polarisiertem Licht nicht indifferent verhalten. Nachdem die Ablenkung der Polarisationsebene und das spezifische Gewicht des Saftes festgestellt worden sind, wird der Zuckergehalt im Saft nach einer bestimmten Formel in Gewichtsprozenten errechnet. Zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Saftes bedient man sich solcher Areometer (nach Balling, Brix), auf denen statt der gewöhnlichen Verhältniszahlen gleich die Zuckerprozente angebracht sind, die in reiner Lösung von dem betreffenden spezifischen Gewicht enthalten sind. Finden wir, z. B. nach Brix, eine Angabe von 20%, so bedeutet dies, daß der Saft ein solches spezifisches Gewicht besitzt, als wenn er 20% reinen Zucker enthielte. Man nimmt an, daß solcher Saft etwa 20% Trockensubstanz enthält und daß die Erhöhung des spezifischen Gewichtes durch das Vorhandensein anderer löslicher Substanzen sich nicht bedeutend von derjenigen Erhöhung unterscheidet, die durch die entsprechende Zuckermenge hervorgerufen wird. Bei genauer Analyse ist es aber unbedingt notwendig, eine abgewogene Saftprobe zu verdunsten und den trockenen Rest zu wiegen.

Mit den Angaben des Polarimeters und des Areometers verfährt man auf den Fabriken folgendermaßen. Indem man dem *Zucker* alle übrigen Saftsubstanzen unter dem Sammelnamen *„Nichtzucker"* gegenüberstellt, wird der Nichtzuckergehalt durch Subtrahieren der Angaben des Polarimeters von denen des Areometers bestimmt. Die Menge an Nichtzucker ist vom Standpunkt der Fabrikation aus lange nicht gleichgültig, weil sie nicht als bloßer Ballast auftritt, sondern die Kristallisation des Zuckers verhindert. In dieser Hinsicht verhalten sich die verschiedenen Formen des Nichtzuckers nicht gleich, weil z. B. die Eiweißstoffe bei der Reinigung des Saftes leicht zu entfernen sind, die Amidoverbindungen, Nitrate und Chlorsalze aber eine schädlichere Form des Nichtzuckers darstellen, weil sie im Saft bleiben. Deswegen können Rüben mit demselben Zuckergehalt je nach dem Vorkommen und den Eigenschaften des Nichtzuckers verschieden bewertet werden. Gewöhnlich benutzt man zur Charakteristik der Eigenschaften des Saftes das Verhältnis des Zuckers zum gesamten Trockensubstanzgehalt im Saft, indem man dieses Verhältnis Reinheitskoeffizient des Saftes benennt. Enthält z. B. der Saft nach der Angabe des Polarimeters 16% Zucker und 20% Trockensubstanz (nach Brix), so ist sein Reinheitskoeffizient 16:20 × 100 oder gleich 80%. Auf diese Weise gibt das Polarimeter die Zuckermenge im Saft an; die Qualität des Saftes wird durch das angegebene Verhältnis bestimmt. Manchmal multipliziert man die beiden Angaben (nach Stammer), um das Maß des *technischen Wertes* zu erhalten, der einen Schluß auf die vermutliche Zuckerausbeute erlaubt (in unserem Falle 16 × 80 = 1280. Gewöhnlich schreibt man 12,80).

Vergleicht man die heutigen Angaben für den Reinheitskoeffizienten mit früheren, so bemerkt man mit den Jahren ein allmähliches Ansteigen desselben unter der Einwirkung der Züchtung.

	1881—85 %	1896—1900 %	1906—10 %
Reinheitskoeffizient .	79,15	83,20	86,00
technischer Wert. . .	9,70	12,80	15,60

So besitzen wir für unsere Fabriken nebenstehende Durchschnittszahlen.

Dieses Ansteigen des Reinheitskoeffizienten erschien nicht nur als Folge des steigenden Zuckergehaltes, sondern gleichzeitig war auch ein Sinken des Nichtzuckers im Saft zu bemerken.

MAERCKER führt für Deutschland folgende Analysenergebnisse für die Jahre 1870—90 an:

Zucker	11,70 %	12,70 %	13,00 %	14,40 %	15,10 %	16,90 %
Nichtzucker . . .	4,14 %	3,66 %	2,90 %	2,77 %	2,28 %	2,04 %[1]

Um die Menge der gelösten Substanzen im Saft zu bestimmen, bedient man sich jetzt auch noch des Refraktometers, besonders bei der Auslese.

Es ist wichtig, den Zuckergehalt nicht nur im Saft sondern auch in der Rübe zu kennen, um für die Züchtung die Zuckerernte je Flächeneinheit feststellen zu können, auch um die Zuckerausbeute in der Fabrik mit der Menge des in den Rüben angelieferten Zuckers vergleichen zu können. Früher benutzte man hierzu eine Umrechnung, indem man mittlere Verhältniszahlen verwandte und z. B. annahm, daß die Rübe 95 oder 96 % Saft enthält. Diese Verhältniszahl war folgendermaßen erhalten worden: Wird von zerkleinerten Rüben eine bestimmte Menge abgewogen und auf einem Filter bis zur gänzlichen Entfernung der löslichen Substanzen gewaschen, wird der Rest des Breies dann getrocknet und gewogen, so finden wir in ihm 4—5 % der ursprünglichen Menge. Man nahm an, daß der ganze Rest (die Ergänzung zu 100) aus Saft besteht, der sich aus dem ganzen Wasser der Rübe und den löslichen Substanzen zusammensetzt. Man nahm weiter an, daß es genügte, den Zuckergehalt im Saft mit $\frac{95}{100}$ zu multiplizieren, um den Zuckergehalt der Rübe zu erhalten. Die Erfahrung zeigte aber, daß die Berechnung, die auf der Annahme von 95 % Saft in der Rübe fußte, nicht mit der Wirklichkeit in Einklang stand. Bestimmen wir z. B. nicht im Saft den Zucker, sondern gehen wir von einer gewissen Rübenmenge aus und bestimmen in dieser Menge den Zucker durch Extraktion, so erhalten wir Angaben, die sich im Vergleich zu den Angaben für den Saft nicht wie 95 : 100, sondern niedriger verhalten. Dieser Erniedrigung entspricht z. B. 90 : 100. Eine Unstimmigkeit zwischen den auf Grund von Versuchen erhaltenen Ergebnissen und den früheren Vorstellungen beruht auf folgenden Ursachen: Man darf nicht annehmen, daß die Rübe aus 5 % unlöslichen Substanzen besteht, dagegen zu 95 % aus irgendeinem homologen „Saft", weil der Zucker vor allem im Zellsaft gelöst ist, das Wasser aber außerdem an der Bildung von Plasma teilnimmt; ein Teil des Wassers befindet sich noch in den Zellwänden und enthält natürlich nicht die gleichen Zuckermengen wie der Zellsaft, wenn es ihn überhaupt enthält. Daher ist es begreiflich, weshalb beim Herauspressen des Saftes die ersten Portionen zuckerhaltiger als die letzten sind. Es ist ferner nicht richtig, daß wir, wenn wir den Brei auf einem Filter auswaschen und den Rest wiegen[2], die ganze Differenz als Saft ansehen und hierdurch die Saftmenge vermehren.

Um diese Umrechnungen zu vermeiden, begnügt man sich jetzt nicht nur mit der Zuckerbestimmung im Saft, sondern bestimmt ihn auch unmittelbar in der Rübe, d. h. man geht von einer abgewogenen Menge fein zerkleinerter Rüben aus, aus welcher der Zucker durch Alkohol oder Wasser extrahiert wird.

Außer der richtigen Wahl der Analysenmethode und des Maßstabes für die Beurteilung der Ergebnisse ist die richtige *Wahl der Durchschnittsprobe* von großer Bedeutung. Werden z. B. zur Beurteilung eines gegebenen Feldes 3—5 Wurzeln eingeschickt, so ist wenig Wahrscheinlichkeit vorhanden, Zahlen

[1] Siehe FRUWIRTH, 4.

[2] Bringt man diesen trockenen Rest in eine Zuckerlösung von bestimmter Konzentration, so zeigt das Polarimeter nach einiger Zeit, die zum Anschwellen der Zellwände nötig ist, eine geringe Zuckererhöhung an, weil beim Anschwellen aus dem umgebenden Medium vor allem Wasser, nicht aber Zucker aufgenommen wird.

zu erhalten, die dem tatsächlichen Durchschnitt entsprechen, weil die Wurzelgröße im Felde, die mit dem Zuckergehalt in Verbindung steht, stark schwankt. Es ist wünschenswert, daß Wurzeln verschiedener Größe zur Bestimmung der Mittelprobe entsprechend ihrer tatsächlichen Beteiligung an der Ernte eingeschickt werden, weshalb eine solche Probe auch größer sein muß und nicht nach Augenmaß, sondern auf eine Art genommen werden soll, die vor subjektiven Einwirkungen schützt. Zu diesem Zweck kann man auf langen und schmalen Feldstücken eine Längsreihe ganz ausgraben oder, wenn das Feldstück groß ist, jede 25., 50. oder 100. Wurzel nehmen. Andere ziehen es vor, Wurzeln zu nehmen, die diagonal oder nach 2 Diagonalen stehen, wobei eine Schnur gezogen wird, um die Diagonale zu kennzeichnen. Die dritten wieder wählen rechtwinklige Probeparzellen, wobei diese möglichst charakteristisch für das betreffende Feld ausgesucht werden; dabei wird aber die Subjektivität nicht ausgeschlossen, deswegen ist eine derartige Methode weniger genau. Muß die Probe einem Haufen bereits geernteter Rüben entnommen werden, so darf man ebenfalls keine Einheitlichkeit der Wurzeln im oberen und unteren Teil des aufgeschütteten Haufens annehmen, sofern man mit möglichster Genauigkeit arbeiten will. Wird die Feldprobe zu groß, so kann man die Wurzeln nach ansteigender Größe hinlegen, und dann jede zweite oder dritte nehmen, mit andern Worten, die Zahl der Wurzeln in der Probe auf das unbedingt notwendige Maß herabsetzen. Für eine genaue Arbeit hält man eine Mittelprobe z. B. von 50 Wurzeln für erforderlich.

Nach den Mitteilungen des „Netzes" der Versuchsfelder im Gouvernement Kijew wird eine genügende Genauigkeit bei 40 Wurzeln in einer Probe erreicht[1].

Um diese ganze Masse für die Analyse nicht zerkleinern und vermischen zu müssen, werden die Wurzeln der Länge nach in 2 oder 4 Teile zerschnitten, wobei von jeder Wurzel ein Teil genommen wird; oder aber man benutzt ein besonderes Reibeisen in Form einer rotierenden Scheibe, so daß man von jeder Wurzel eine Probe in Form eines kleinen Sektors entnehmen kann, der im Augenblick der Probenahme zerkleinert wird; oder man verwendet einen rotierenden Bohrer[2], mit dem man eine noch geringere Menge (rund 2 %) einer jeden Wurzel zur Herstellung einer Durchschnittsmischung entnehmen kann. Am wichtigsten ist es natürlich, eine gleichmäßige Methode zur Gewinnung der Mittelprobe für sämtliche zu vergleichenden Feldstücke zu finden und eine rasche Erledigung sämtlicher Operationen zu gewährleisten, weil die Wurzeln bei der Lagerung an der Luft antrocknen und sich das Bild der Zuckerverteilung verändern kann[3].

In Verbindung mit den Ansprüchen, die an die Zusammensetzung der Rübenwurzel gestellt werden, stehen die Ansprüche, die an die Besonderheiten ihrer äußeren Form — an ihr *Exterieur* — gestellt werden. Ihre Wurzeln sollen weiß „mit hartem, weißem Fleisch" sein. — Diese Forderung stellen die einen mit Rücksicht auf den Zuckergehalt, weil parallel mit dem Zuckergehalt im Saft auch der Turgor der Zellen wächst, die anderen dagegen mit Rücksicht auf einen gewissen Gehalt an Gefäßbündeln, der aus oben erwähnten Gründen nicht zu gering sein darf. Der Wurzelkopf soll möglichst wenig entwickelt sein, weil dieser Teil, der die Knospen trägt und sich färben und manchmal verholzen

[1] Siehe Salessky: Zur Methodik der Wahl der Mittelprobe. 29. Mitt.

[2] Hierbei ist es nicht gleichgültig, in welcher Richtung man den Bohrer führt. Nach Sempolowsky ist die zur Länge senkrechte Richtung, durch das Zentrum, in Richtung des größten Durchmessers des Halses die beste. Andere dagegen halten es für richtig, die Probe unter einem Winkel von 45° zu nehmen. Nach Schneidewind weist die moderne hochzuckerhaltige Rübe nicht solchen Unterschied in der Verteilung des Zuckers auf, wie man es früher bei den weniger zuckerreichen Sorten beobachtet hatte (siehe ebenfalls die Arbeit von W. I. Sasanow: das Bull. d. Zuckertrustes, Nr 4).

[3] Siehe: Jahrb. Versuchsinst. I, 262.

kann, weniger Zucker enthält, bei der Ernte abgehackt wird und als Abfall übrigbleibt. Ferner muß die Wurzel im unteren Teil Kegelform besitzen mit einem Übergang zur Zylinderform im Halsteil. Sie darf auch nicht beinig sein, weil die Beinigkeit den Verlust beim Abhacken und bei der Aufbewahrung der Wurzeln vermehrt und das Reinigen von Erde erschwert. Man nimmt weiter an, daß an den beiden Seiten der Wurzeln, von denen die Seitenwurzeln abgehen, deutliche Wurzelrillen zu sehen sein müssen, auch dürfen es nicht zu wenig Querfalten sein. Ist diese Beobachtung richtig, so ist wahrscheinlich, daß man sie mit der Entwicklung der Gefäßbündel der Wurzel in Verbindung bringen muß. Die Längsrillen, in denen die Anfänge der Seitenwurzeln sitzen, verlaufen oft nicht senkrecht, sondern spiralenförmig. Dies wird mit der Verkürzung der Wurzellänge bei ihrem Dickenwachstum in Verbindung gebracht. Der Wurzelquerschnitt weist in der Halsgegend bei der Zuckerrübe eine gewisse Ungleichheit der Querdimensionen auf (1:1,17), wobei die Abflachung von den Seiten erfolgt, an denen sich die sekundären Wurzeln bilden.

Die *Wurzeln* der Zuckerrübe dürfen nicht zu groß sein, weil Größe und Zuckergehalt sich zueinander umgekehrt proportional verhalten. Früher wurde nach westeuropäischen Angaben ein Gewicht von 600—1000 g als normal angesehen; jedoch ist die Auslese nach dem Zuckergehalt mit einem gewissen Sinken des Wurzelgewichtes verbunden gewesen. Für unsere Verhältnisse aber, jedenfalls für das Schwarzerdegebiet, ist ein solches Gewicht überhaupt nicht zu erreichen[1], wie die vorhandenen Wägungen zeigen, ebenfalls auch die folgende ungefähre Berechnung: Bei mitteldichtem Stand müssen rund 90000 Wurzeln auf einem Hektar stehen. Angenommen, daß ein Fünftel durch den Wurzelbrand, durch Insekten u. a. vernichtet wird, was ungefähr der Wirklichkeit entspricht, so haben wir 72000 Wurzeln. Bei dieser Wurzelzahl würden wir, wenn die einzelne Wurzel auch nur 400 g wiegen würde, leicht eine Ernte von 300 dz/ha erreichen können, was in der Tat aber selten der Fall ist. Infolgedessen können wir uns nicht nach den westlichen Größennormen richten. Wir müssen überhaupt mehr bestrebt sein,, ein gewisses Minimum zu erreichen, als zu befürchten, das gewünschte Maximum zu überschreiten. Die Größen von 3—500 g müssen bei uns als üblich angesehen werden.

Von den *Blättern* der Zuckerrübe verlangt man, daß sie nicht in Bündeln nach oben streben, sondern sich zur Erde neigen und zahlreich vorhanden sind (wenn auch nicht zu groß). Früher brachte man die Zuckerergiebigkeit der Rübe mit dem Kräuseln der Blätter in Verbindung, welches dadurch hervorgerufen wird, daß sich die Blattränder infolge einer starken Entwicklung einzelner Teile des Blattparenchyms wellen. Aber das Vorhandensein einer derartig einfachen Beziehung ist durch spätere Mitteilungen nicht bestätigt worden. Die Blattansätze dürfen nicht gefärbt sein. Im übrigen wird die Abhängigkeit des Zuckergehaltes einer reifen Rübe von der Blattstellung nicht bei allen Sorten mit der gleichen Folgerichtigkeit festgestellt, auch ist die Blattlage in den einzelnen Entwicklungsstadien verschieden.

4. Das Verhalten der Zuckerrübe zum Klima.

Wir wollen bei der Betrachtung der *äußeren Bedingungen*, die auf die Entwicklung der Zuckerrübe einwirken, zuerst bei den *klimatischen Verhältnissen* stehenbleiben. Wir müssen eine besondere Empfindlichkeit dieser Pflanze gegen die Lichtverhältnisse feststellen. Die Zahl der *Sonnentage*, vor allem in der

[1] Im Kubangebiet dagegen und vor allem bei künstlicher Berieselung in Turkestan kann das Wurzelgewicht hoch sein.

2. Sommerhälfte, übt eine recht bedeutende Wirkung auf die Zuckeransammlung aus. Infolgedessen können Länder mit bedecktem Himmel (z. B. England) an sich hohe Massenerträge gewinnen, nicht aber die gleichen Ergebnisse bezüglich der Qualität erreichen, wie sie in Mitteleuropa und in Rußland erzielt werden. Deshalb finden wir in England vor allem eine Entwicklung des Futterrübenbaues und nicht des Anbaues von Fabrikrüben. In letzter Zeit hat England jedoch Schritte unternommen, um den Zuckerrübenbau zu fördern, ungeachtet gewisser Differenzen im Zuckergehalt im Vergleich mit dem Festland. Petermann (Belgien) führte im Laufe von 10 Jahren systematische Beobachtungen über die Wirkung der klimatischen Verhältnisse auf die Entwicklung der Rübe aus. Seine Kurven für die Lichtmengen im Laufe der Vegetationsperiode einerseits und für den Zuckergehalt in der Wurzel andererseits zeigen einen völlig übereinstimmenden Verlauf. Die Wärmemengen ergaben keine gute Übereinstimmung. Die Niederschlagsmengen dagegen standen in direkter Relation zu den Ernteerträgen, im umgekehrten Verhältnis aber zum Zuckergehalt der Rüben. Bei uns stellten ähnliche Beobachtungen für das Gouvernement Charkow eine starke Wirkung der Augustniederschläge im selben Sinne fest (Versuchsstation Iwanowo). Man nimmt gewöhnlich an, daß zum Ausreifen der Rübe eine Temperatursumme von 2400° C bei einer Vegetationsperiode von 150—180 Tagen erforderlich ist. Offenbar kann man bei uns infolge des verhältnismäßig hohen Zuflusses an Wärme und Sonne 160—170 Tage für die Entwicklung der Rübe als genügend ansehen. Es ist aber im Anschluß eine längere frostfreie Zeit erforderlich, um die Rübe zu ernten. Nach Philiptschenko beträgt die Zeitspanne zwischen Saat und Reife für das Gouvernement Kijew im Mittel von 10 Jahren 166 Tage (Ende März bis Mitte September), wobei die Ernte über einen Monat ausgedehnt wird. An den nördlichen Grenzen des Rübenbaues (Gouvernement Tula) ist die frostfreie Zeit nicht so ausgedehnt und die Herbsttemperatur wird zum begrenzenden Faktor. Dies bezieht sich auch auf den kontinentalen Osten des europäischen Rußlands und auf Sibirien.

Das oben erwähnte umgekehrte Verhältnis zwischen Regenmenge und Zuckergehalt der Rübe führte manchmal zu einer zu streng formulierten Schlußfolgerung über einen *Gegensatz zwischen Bodenfeuchtigkeit und Zuckergehalt.* Daraus folgt aber nicht, daß Bodenfeuchtigkeit und Zuckergehalt einander ganz ausschließen; aber man muß die Wirkung der Bodenfeuchtigkeit als solche von der Wirkung der *Niederschläge* unterscheiden, deren Eintreten nicht nur mit dem Anfallen der Feuchtigkeit, sondern auch mit der Abnahme des Lichtes und der Wärme verbunden ist. Infolgedessen wird sich, wenn man die Bodenfeuchtigkeit durch Kulturmaßnahmen erhält oder sie durch *Berieselung* herstellt, die Wirkung einer solchen Bewässerung von der Wirkung des Regens günstig unterscheiden. Bei Gefäßversuchen des Verfassers wirkte die Veränderung der Bodenfeuchtigkeit auf die Entwicklung der Rübe folgendermaßen, wobei die Feuchtigkeit in Prozenten der Wasserkapazität, die Ernte und die absoluten Zuckermengen in Gramm, der Zuckergehalt in Prozenten angegeben ist.

1. Sättigung der Wasserkapazität . . . . . %	30	40	50	60	70
2. Ernte . . . . . g	127	184	225	263	233
3. Zuckergehalt in der Wurzel . . . . . %	10,4	11,8	11,0	11,3	9,0
4. Absolute Zuckermenge auf eine Pflanze . . . g	2,9	5,5	9,0	11,5	8,2[1]

Nur bei 70% Sättigung der Wasserkapazität trat ein bedeutendes Sinken der Ernte und des Zuckergehaltes ein. Bis dahin war die Ertragsteigerung nur von einer geringen Veränderung des Zuckergehaltes begleitet, so daß die Zucker-

[1] Nachr. d. Landw. Akad. in Petrowsko-Rasumowskoje 1891.

ernte bis zur Sättigung der Wasserkapazität von 60% anstieg. In diesem Versuche wurde die Feuchtigkeit auf gleichem Niveau ohne Schwankungen gehalten. Es folgt das Ergebnis eines Feldversuches (wenn auch in kleinem Ausmaß) mit periodischer Bewässerung:

	Gewicht d. Probe (50 Wurzeln) kg	Zucker %	Reinheitskoeffizient	Zuckermenge kg
1. ohne Bewässerung	7,36	14,8	80,2	1,10
2. mit Bewässerung				
a) im April	8,59	14,7	82,9	1,27
b) im April und Mai	14,72	15,3	83,9	2,41
c) im April, Mai und Juli .	17,59	13,8	79,3	2,37

Diese Zahlen zeigen, daß eine Bewässerung im Mai die Ernte steigerte, ohne die Zuckerergiebigkeit einzuschränken. Ein späteres Bewässern aber (im Juli) rief ein starkes 2. Wachstum der Wurzeln und des Krautes hervor, wodurch ein Teil des bereits abgelagerten Zuckers verbraucht wurde. Um die erforderliche Zuckermenge wieder abzulagern, hatte die Rübe keine Zeit mehr. Ebenso wirken auch späte Regenmassen nach einem trockenen Sommer. Sie beeinträchtigen außerdem den Lichtzutritt und setzen die Temperatur des Spätsommers herab. Die Unvollständigkeit des Versuches erlaubt es nicht, einen Schluß zu ziehen, wie eine Junibewässerung sich auswirken würde. Man kann aber annehmen, daß sie günstig wirken würde; die Aprilbewässerung blieb fast ohne Wirkung, weil der Boden zu dieser Zeit noch feucht und die Temperatur noch niedrig war. Überhaupt kann eine rechtzeitige Bewässerung, die den Pflanzen Feuchtigkeit ohne Beeinträchtigung der Belichtung und der Wärme zur Verfügung stellt, eine gute Wirkung auf die Höhe der Rübenernte ohne Herabsetzung der Qualität ausüben.

In dieser Hinsicht ist Turkestan mit seinem sonnigen langen Sommer einerseits und mit der Berieselung andererseits ein besonders interessantes Gebiet für Versuche über die Erzielung sowohl des höchstmöglichen Zuckergehaltes als auch höchster Rübenerträge[1].

Hier ist aber außer der richtigen Auswahl der Zeit auch noch wichtig, daß die sekundären ungünstigen Wirkungen einer Berieselung, wie Verschlämmung des Bodens, Bildung einer Kruste beim Austrocknen, ihre günstigen Seiten nicht lahm legen, was bei einer öfteren, aber spärlicheren Berieselung leichter der Fall sein kann, als bei einer seltenen, aber kräftigen. Deswegen sind in den angeführten Versuchen die günstigsten Ergebnisse auf den Parzellen erhalten worden, die dem Wasser zuführenden Graben am nächsten lagen; die weiter entfernteren Feldstücke, zu denen nur eine geringere Wassermenge vordrang, zeigten keine anschaulichen Ergebnisse.

Man nimmt an, daß das für den Rübenbau geeignetste *Gebiet* zwischen dem 47. und dem 54. Grad nördlicher Breite liegt. Nördlich dieses Gebietes ist der Sommer zu kurz, im Süden dagegen muß man mit großen Dürreperioden rechnen, die ein Absterben des Krautes hervorrufen, noch bevor die Wurzeln endgültig ausgebildet sind.

Indessen ist eine Begrenzung des Rübenbaues nach Breitengraden im allgemeinen zu grob; denn auf den einzelnen Meridianen verlaufen die Grenzen verschieden. So haben wir einerseits eine Übereinstimmung mit der erwähnten Grenze (unsere nördlichste Zuckerfabrik lag im Gouvernement Tula), andererseits erfolgreiche Versuche mit Zuckerrübenbau im südwestlichen Teil Finnlands. Im Osten verläuft die nördliche Grenze südlicher als in Mittelrußland.

[1] Siehe Markowitsch: Die Entstehung der Zuckerrübenindustrie in Turkestan. J. Landwirtsch. u. Forstwirtsch. 1906.

Die Grenzen des Zuckerrübenbaues im Westen und Osten dehnten sich im Laufe der letzten Jahre sehr stark aus. Einerseits entwickelte Nordamerika eine eigene Zuckerrübenindustrie (früher wurde dort Zucker nur aus Zuckerrohr hergestellt), andererseits drang der Zuckerrübenbau bis nach Sibirien vor, wo von 1889—1898 eine Fabrik in der Nähe von Minusinsk arbeitete; diese Fabrik wurde allerdings aus Gründen geschlossen, die nicht mit der Möglichkeit in Verbindung standen, Zuckerrüben von der erforderlichen Güte zu bauen. Jetzt wird wieder in Westsibirien eine Zuckerfabrik gebaut. Natürlich trifft die Zuckerrübe auf einem derartig ausgedehnten Gebiete nicht überall gleich günstige Bedingungen an, und wir sehen recht erhebliche Schwankungen in den Rübenerträgen je nach dem *Klima*. In Frankreich, wo das Klima feuchter und gemäßigter ist als bei uns, erntet man von einem Hektar leicht 300—450 dz, bei uns dagegen ist es in den zentralen und östlichen Gouvernements des Schwarzerdegebietes oft schwer, eine Mittelernte über 150—180 dz zu erhalten; im Südwesten ist der Ernteertrag auch bei uns höher. Es ist dafür aber bei uns leichter, hohe Zuckerprozente zu erzielen, infolge einer längeren Zeit mit unbewölktem Himmel, also infolge einer größeren Lichtmenge. Was in Frankreich hinsichtlich des Zuckerreichtums oft nur mit Hilfe sehr starker Mineraldüngung und sorgfältigster Bearbeitung und Pflege erreicht wird, erlangen unsere weit extensiveren Wirtschaften gleichfalls, so daß der Mangel an Masse teilweise durch die Qualität ersetzt wird. Gewöhnlich beschreibt man die *Ansprüche der Rübe an das Klima* folgendermaßen. Sie verlangt im Winter genügende Niederschlagsmengen, sie verlangt weiter einen warmen und feuchten Mai, einen verhältnismäßig kühlen und feuchten Juni und Juli, wenn sich die Wurzelmenge vergrößert; Hitze zu dieser Zeit fördert die Insekten und das Austrocknen des Bodens. Sie verlangt weiter einen klaren und trockenen August und September, zu welcher Zeit die Aufspeicherung des Zuckers in der Wurzel stattfindet und endlich einen sonnigen und kühlen Oktober, um eine Verflüssigung des Saftes und das Schossen zu vermeiden. Die letztere Forderung ist westeuropäischen Ursprungs. Wir müssen dagegen in Rußland im Herbst keinen Wärmeüberfluß, vielmehr umgekehrt Frühfröste, welche die Ernte stören, fürchten.

Außer den allgemeinen klimatischen Verhältnissen kann die *Lage des Feldes* ebenfalls auf die Licht- und Wärmemenge, die der Rübe zur Verfügung stehen, einwirken. So erscheint eine Neigung nach Norden in unseren Breiten für die Zuckeraufspeicherung weniger günstig als eine solche nach Süden.

Bei uns ist der Rübenbau hauptsächlich im Südwesten konzentriert; die größte Zahl der Zuckerfabriken entfällt auf die Gouvernements Kijew und Podolien, dann folgen Charkow und Kursk. Nach Osten zu nimmt die Zahl der Fabriken ab. Die Jahre nach dem Kriege zwangen uns, den Zuckerrübenbau nach Osten hin auszudehnen, und zwar wurde geplant, eine Zuckerfabrik im Gouvernement Saratow zu errichten. Ebenfalls wurden erneut Versuche mit Zuckerrübenbau in Sibirien angestellt.

Im Jahre 1919 wurden in den sibirischen Gouvernements Versuche mit dem Anbau von Zuckerrüben angestellt, am meisten im Gouvernement Tomsk (91 Versuche; 64 davon entfallen auf die Kreise Barnaul und Smeinogorsk). Für das Gebiet Ustjkamenogorsk erhielt man einen Zuckergehalt von 17,4 % bei einem Wurzelgewicht von 553 g, für Barnaul 18—19 % Zucker bei 360 g Rübengewicht, für den Kreis Bijsk 16 % bei 590 g, für Tomsk 16,4 % bei 360 g, für Kusnezk 18,8 % bei 400 g, für Kainsk 17,5 % bei 600 g. Die Gesamternte schwankte zwischen 108—150 dz/ha, was bei der erst kürzlichen Aufnahme der Kultur als günstiges Ergebnis angesehen werden muß[1].

[1] Siehe: Arbeiten des Bureaus der Kriegstechnischen Hilfe bei der Gesellschaft der sibirischen Ingenieure. 2. Ausg. Ber. üb. d. Tätigk. d. Sekt. f. Zuckerrübenbau für die Jahre 1915—16. Tomsk 1917.

Diese Verschiebung nach Osten ist mit der Frage verbunden, ob es möglich ist, genügende Zuckererträge auch bei kürzeren Vegetationsperioden zu erhalten. Teils wird diese Bestrebung durch die große Beständigkeit des klaren Wetters im Osten begünstigt, teils muß man aber mit der entsprechenden Auswahl einer Zuckerrübensorte rechnen.

Indessen genügt zur Verbreitung des Zuckerrübenbaues eine erfolgreiche Anpassung an die Eigentümlichkeiten des Klimas noch nicht. Es sind auch noch infolge des *hohen Arbeitsaufwandes* die erforderlichen wirtschaftlichen Voraussetzungen notwendig. Dieser Umstand setzt z. B. der Verbreitung der Zuckerrübe in Sibirien größeren Widerstand als das Klima entgegen.

In der Zeit des Zuckermangels zeigte sich in Rußland auch außerhalb des Schwarzerdegebietes Interesse für Zuckerrübenbau; es wurden sogar Versuche im Gouvernement Jaroslawl angestellt. Auf der Farm der Landw.-Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje sind Erträge von 300—375 dz/ha bei 17 % Zucker gewonnen worden. Offenbar kann die moderne Rübe, die einer strengeren Auslese unterworfen worden ist, bei einem Vordringen nach Norden ihre Eigenschaften besser behaupten, als man es nach früheren Beobachtungen annehmen durfte.

Nicht nur im Norden, sondern auch in jedem Gebiet, wo sich der Zuckerrübenbau noch im Versuchsstadium befindet, hat man es mit der Frage *der Nutzung der Zuckerrübe bei Fehlen einer Zuckerfabrik* zu tun. Hat man allen Grund, mit einem erfolgreichen Rübenbau zu rechnen, und ist der Fabrikbau beschlossen, so muß man die vorbereitende Zeit dazu ausnutzen, die Bevölkerung mit dieser Kultur bekannt zu machen und daher auch die Verwendung der Rübe im Haushalt zeigen. Bei Zuckermangel versucht man, entweder Sirup herzustellen, indem man den herausgepreßten Saft kocht oder Fruchtmarmelade mit diesem Saft zu kochen. Zu diesem Zweck lohnt es sich aber nicht, den Saft herauszupressen, man kann einfach die auf einem Reibeisen zerkleinerte Menge nehmen und sie mit irgendwelchen Beeren oder auch ohne diese kochen. Man kann Äpfel verwenden (billigste Sorte) und mit Zuckerrüben dick einkochen. Man kann süße Puffer backen, indem man zu der auf dem Reibeisen zerkleinerten Rübenmenge etwas Mehl hinzufügt. Als Hausmittel ist die Anwendung einer Art „heiße Digestie" interessant, die von den Bauern im Gouvernement Tschernigow angewandt wurde, um Sirup herzustellen. In einen Topf aus Gußeisen wird Wasser gegossen und über dem Wasser ein durchlöcherter hölzerner Boden angebracht. Dann wird der Topf bis oben mit Rübenschnitzeln angefüllt und mit einem Deckel von passendem Durchmesser zugedeckt. Die Ränder werden mit Teig zugeschmiert und der Topf wird auf dem Herd oder im Ofen derart erwärmt, daß die Rübenmasse abgebrüht und durch die sich verdichtenden Dämpfe extrahiert wird. Auf dem Boden befindet sich dann Sirup, der aufbewahrt wird, oben befindet sich die Rübenmasse, die entweder als solche verspeist oder ebenfalls unmittelbar verfüttert wird.

In Konfitürenfabriken kann man die zerkleinerte Rübe mit Zugabe einer gleichen Äpfelmenge zur Bereitung eines hellen Speisesirup verwenden, wobei die Rübe zuerst gedämpft wird; dann wird der Saft herausgepreßt. Auch kann die Zuckerrübe getrocknet und dann zu Mehl vermahlen werden, das rund 60 % Zucker enthält und zu Speisezwecken (zur Bereitung von süßem Brot) oder zum Süßen von Futtermitteln verwendet werden kann. Weil Trockenanlagen für die Zuckerrübe bedeutend einfacher sind als Zuckerfabriken, so können diese in der Periode der Entwicklung des Zuckerrübenbaues in einem neuen Gebiet Vorläufer der Zuckerfabriken sein. Jetzt wird in Italien die Methode von De-Vecchis mit Erfolg benutzt, nach welcher die Rübenschnitzel getrocknet werden, um später davon kristallinischen Zucker zu gewinnen. Dies ermöglicht, in derselben Zuckerfabrik wegen Verlängerung der Arbeitskampagne die 3fache Rübenmenge zu verarbeiten, als bis jetzt möglich war.

5. Das Verhalten zu Boden und Düngung.

Das Verhalten der Rübe zu *Boden* und *Düngung* wird sehr durch ihre hohen Ansprüche an die Nährstoffe bestimmt. Sie ist eine Pflanze der besten Böden besonders in Hinsicht auf die in ihnen enthaltenen aufnehmbaren Nährstoffe. Andererseits verlangt das Wurzelsystem tiefe, nicht zu bindige Böden. Die zum Rübenbau geeignetsten Böden sind die Schwarzerde- und die sandigen Lehmböden. Die lehmigen Sandböden sind für den Zuckerrübenbau nur bei genügender Feuchtigkeit und Düngung geeignet. Ausgeschlossen sind

aber: Sandböden, weil sie nährstoffarm und in den oberen Schichten auch wasserarm sind, wodurch die Keimung der Samen, die nicht tief gesät werden dürfen, ungünstig beeinflußt wird. Ebenfalls sind schwere Lehmböden, die leicht verschlämmen, ungeeignet, weil sie leicht eine Kruste bilden, die der schwache Rübenkeimling nicht durchbrechen kann und die außerdem für die Bearbeitung zwischen den Reihen unbequem ist. In Kalksteinböden trifft die Wurzel auf ihrem Wege auf Widerstände; sie verzweigt sich. Endlich eignen sich zum Zuckerrübenbau auch solche Böden nicht, die zur Versumpfung neigen, weil sie geringe Zuckerprozente und spätreifende Rüben liefern; ebenfalls ungeeignet sind Neuland und solche Böden, die erst unlängst in Kultur genommen wurden. Auf unsere Schwarzerdeböden bezieht sich dies allerdings weniger, weil auch erst kürzlich umgelegte Steppen bei der erforderlichen Bearbeitung gute Rübenerträge bringen. Wir haben auch Gegenden, wo Rübenfelder und Pfriemengrassteppe noch vor ganz kurzer Zeit nebeneinander lagen, z. B. im Jahre 1891 im Kreise Ostrog im Gouvernement Woronesch, und wo es möglich war, die Steppe schnell in Zuckerrübenplantagen umzuwandeln[1].

Wir müssen erwähnen, daß auf den salzhaltigen Böden der Gouvernements Tschernigow und Poltawa, wo der Hafer nur 2,5—3 dz/ha bringt, die Zuckerrübe 150—250 dz/ha Wurzeln mit guten Zuckerprozenten liefern kann. Hier zeigt sich die botanische Verwandtschaft der Rübe mit den Pflanzen der Salzflora. Wenn der Boden sogar größere Mengen Salz enthält und der Reinheitskoeffizient darunter leidet, so hindert dies nicht, solche Rüben noch zu Futterzwecken oder zur Spiritusbrennerei auszunutzen[2].

Durch eine Zuckerrübenernte wird bei sonst gleichen Verhältnissen *eine weit größere Nährstoffmenge dem Boden entzogen* als durch eine Getreideernte; dabei ist dieser Unterschied zwischen Rüben und Getreide noch größer als zwischen Kartoffeln und Getreide. Wenn jetzt infolge der Züchtung die Wurzel der Zuckerrübe bei höherem Zuckergehalt weniger Aschesubstanzen enthält als früher (2,0—2,5 % gegen 3,8 % früher im Verhältnis zur Trockensubstanz), so ist auch der Prozentsatz der Blätter bei den modernen, sehr zuckerhaltigen Sorten gestiegen, und zwar enthalten die Blätter die größte Menge an Mineralsubstanzen (rund 15 % der Trockensubstanz). Weil man mit der Steigerung der Intensität der Wirtschaft für eine Sicherstellung möglichst hoher Erträge Sorge trägt, so sind die heutigen Normen an Nährstoffen, welche die Zuckerrübe verbraucht, wesentlich höher als diejenigen, die früher gewöhnlich in den Handbüchern zitiert wurden[3].

So führt Schneidewind für Deutschland nach den Versuchen in Lauchstädt folgende Zusammenstellung der Nährstoffmengen an, die durch die Ernten der verschiedenen Pflanzen ausgeführt werden.

	N kg/ha	P_2O_5 kg/ha	K_2O kg/ha
Rüben	203	69	246
Kartoffeln	126	40	181
Winterweizen	86	36	82
Gerste	66	34	84

Um eine gute Rübenernte sicherzustellen, muß den Pflanzen die Möglichkeit gegeben werden, über 1,8 dz Stickstoff, 0,6 dz Phosphorsäure (auf P_2O_5 umgerechnet) und rund 2,25 dz Kali (K_2O) je Hek-

[1] In den Gebieten der Waldböden ist das Neuland oft arm an Basen und besitzt saure Reaktion (Austausch—Acidität). Die Rübe verlangt aber neutralen Boden. Sie entwickelt sich sogar am besten bei schwach alkalischer Reaktion (p^H 7—8), d. h. auf Böden, die genügend Kalk enthalten.

[2] Siehe Näheres Bull. d. Zuckertrustes **1924**, Nr. 8.

[3] Siehe z. B. die vorige Auflage (6.) des „Speziellen Pflanzenbaues".

tar aufnehmen zu können. Auf unseren Versuchsstationen erhalten wir gleichwertige Zahlen, wenn wir es mit genügend hohen Ernten zu tun haben.

So finden wir in den Arbeiten des „Netzes der Versuchsfelder" Angaben aus den Analysen von A. I. Duschetschkin, nach denen eine Zuckerrübenernte von 375 dz/ha (einschl. Blätter) 1,275 dz e ha Stickstoff, 0,345 dz/ha Phosphorsäure (P_2O_5) und 1,2 dz/ha Kali (K_2O) dem Boden entzieht.

N kg	P_2O_5 kg	K_2O kg
166,5	41,8	156,5

Nach den Angaben der Versuchsstation Mironowo enthalten Rüben nach Stallmist in ihrer Ernte (270 dz Wurzeln mit einer entsprechenden Menge an Bättern) vorstehende Mengen.

Für Winterweizen sind die entsprechenden Zahlen (bei einer Ernte von 30 dz) wie nebenstehend.

N kg	P_2O_5 kg	K_2O kg
137,2	39,4	76,9

Nach den Ergebnissen von A. N. Nadeschdin, die von der Versuchsstation Mironowo erhalten wurden, wird die Nährstoffmenge, die durch Rüben ausgeführt wird, folgendermaßen, je nach der Stellung der Rübe in der Fruchtfolge und je nach der Düngung verändert:

Stellg. n. gedüngt. Brache	Vorfrucht	Ernte an Trockensubstanz dz/ha in		Gehalt der Ernte in kg/ha an		
		Wurzeln	Blättern	N	P_2O_5	K_2O
1	gedüngte Brache	72,5	45,0	193,5	31,5	169,5
4	ungedüngte Brache	60,3	35,2	127,5	19,5	120,0
2	Weizen	51,0	21,3	82,5	22,5	96,0
3	Hafer	44,2	21,4	66,0	21,0	72,0
3	Erbsen	34,5	24,6	78,0	18,0	82,5
4	Erbsen	51,3	22,8	75,0	13,5	94,5

Daraus ist ersichtlich, daß die Rüben mehr Stickstoff und Aschesubstanzen (vor allem aber Kali) ausführen als die Getreidearten.

Nach den Beobachtungen von Wilfarth an Sandkulturen (als Versuchsmethode) ruft Kalimangel außer einer Ertragsminderung auch noch eine Reihe anormaler Bildungen in der Entwicklung der Rübe hervor. So treten auf den Blättern graugelbe Flecke auf, die sich nachher zu Streifen vereinigen und zwischen den Adern verlaufen; darauf trocknet das Blatt allmählich ein und stirbt ab. Die Rübenwurzel bleibt dabei dünn; sie enthält wenig Zucker und ist gegen Erkrankungen wenig widerstandsfähig; sie fault leicht an. Deswegen wird oft auch die geringe vorhandene Zuckermenge zu einem großen Teil invertiert; daher sind Fälle möglich, wo das Polarimeter in solchen anormalen Wurzeln überhaupt keinen Zuckergehalt oder sogar Linksdrehung zeigt. Das Verhältnis des Blattgewichtes zum Wurzelgewicht ist bei Kalimangel sehr viel größer als gewöhnlich. Bei Stickstoff- und Phosphorsäuremangel beobachtete Wilfarth keine Erkrankungserscheinungen. Die Entwicklung der Pflanze wird natürlich äußerst verlangsamt. Eine Zuckerbildung in der Wurzel findet aber doch statt trotz der geringen Wurzelgröße. Bei Stickstoffmangel waren die Blätter blaß mit gelblicher Schattierung; bei Phosphorsäuremangel war die Färbung normal. Dies alles bezieht sich aber auf Sandkulturen, wo der Kalimangel Grenzwerte erreichen konnte. Kali ist in den Ackerböden gewöhnlich reichlicher vorhanden als Stickstoff und Phosphorsäure. In der Praxis muß man daher für eine Ergänzung des Nährstoffvorrats des Bodens an diesen beiden letzteren Elementen in erster Linie Sorge tragen[1].

Weil aber die Ansprüche der Pflanzen an die Düngung nicht nur durch diese Zahlen bestimmt werden, sondern weil sie auch noch von der Aufnahmefähigkeit des Wurzelsystems (die bei der Rübe für Kali recht groß, für Phosphorsäure dagegen klein ist) abhängen, so stimmt das Verhalten der Rübe den Düngemitteln gegenüber nicht mit einer einfachen Verallgemeinerung der Analysenangaben überein. Außerdem kann der verschieden große Vorrat an jedem Nähr-

[1] Siehe ebenfalls Roemer u. Wimmer: Beurteilung der Düngebedürftigkeit nach äußeren Erscheinungen. Z. Zuckerind. 1907. — Krüger u. Wimmer: Über nicht parasitäre Krankheiten der Zuckerrübe (mit 60 farbigen Tafeln). Mitt. d. Versuchsstat. Bernburg. H. 65, 1927. — Stoklasa: Die physiologische Bedeutung des Kalium-Ions im Organismus der Zuckerrübe. Beitr. z. Ernährung d. Zuckerrübe. (Jena 1916.)

stoff und sein Vermögen in lösliche Form überzugehen, in vielen Fällen die Rangordnung der einzelnen Nährstoffgruppen wesentlich verändern. So tritt für unsere Schwarzerdeböden die Düngung mit phosphorsauren Düngemitteln an erste Stelle. Von einer Kalidüngung der Zuckerrübe aber kann man bis jetzt noch auf vielen Böden absehen trotz der sehr großen Kalimenge, die von der Rübe verbraucht wird.

Der *Stallmist* erscheint als das Hauptmittel, mit dessen Hilfe man den Mangel an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali im Boden wieder ergänzt; früher galt aber als Regel, daß eine unmittelbare Stallmistgabe zu Zuckerrüben unzulässig sei (zum Unterschied von der Futterrübe). Hier befürchtete man vor allem, daß ein einseitiger Überschuß an Stickstoff eine Verzögerung in der Reife und folglich einen geringen Zuckergehalt der Rübe herbeiführen könnte, womit auch eine geringe Qualität zusammenhängt, weil sich die Menge an Nichtzucker im Saft erhöht (Eiweißstoffe, Amide, Nitrate, Pektine). Ferner hat eine ungleichmäßige Verteilung, die bei schlecht zersetztem Stallmist schwer zu vermeiden ist, eine unerwünschte Neigung der Wurzeln, sich zu verzweigen, zur Folge. Dies bezieht sich vor allem auf eine Stallmistgabe im Frühjahr, wozu außerdem für viele Gegenden zu unpassender Zeit im Frühjahr der Gebrauch solcher Geräte kommt, welche die Ackerkrume wenden (Austrocknen des Bodens).

Wenn aber eine Stallmistgabe zu Rüben nach dem Monat Januar sogar für die Gegenden als unzulässig gilt, wo während des ganzen Winters Feldarbeiten möglich sind (z. B. in Belgien), so steht man jetzt zur Frage einer Stallmistgabe im Herbst anders als früher. Eine derartige Änderung der alten Anschauung ist durch mehrere Gründe hervorgerufen worden. Hierbei spielte sowohl die Möglichkeit einer Zusatzdüngung mit Superphosphat im Frühjahr als auch wahrscheinlich der Umstand eine Rolle, daß die modernen Rübensorten eine Stallmistdüngung besser vertragen als die früheren. Bei uns kam besonders auch noch der Umstand hinzu, daß es für die Schwarzerde in den alten Kulturgebieten überhaupt notwendig zu werden begann, mehr als früher zu düngen; so war z. B. im Gouvernement Charkow vor 100 Jahren der Stallmist völlig überflüssig. Die Versuche der Versuchsstationen Iwanowo (1907), Sumy (1917) und Mironowo (1924) haben gezeigt, daß eine Stallmistdüngung im Herbst die Qualität der nachfolgenden Rüben nicht herabsetzt, aber eine große Ertragssteigerung hervorruft. Wir führen hier folgendes Beispiel aus den Mitteilungen der Versuchsstation Mironowo an:

	ohne Düngung dz/ha	75 dz/ha Stallmist dz/ha	150 dz/ha Stallmist dz/ha	275 dz/ha Stallmist dz/ha
Rübenertrag	111,0	152,0	157,0	185,0
Zuckerprozente	15,0	16,0	15,6	15,7

Reicht die Stallmistmenge nicht aus, die ganze Fläche in voller Höhe zu düngen, so zieht man es doch vor, größere Flächen mit der halben Stallmistmenge (180 dz/ha) zu versehen, als kleinere Flächen ganz mit Stallmist zu düngen, wobei man aber den Stallmist mit mineralischen Düngemitteln ergänzt.

Von den *Stickstoffdüngemitteln* wurde bis in die letzte Zeit der *Salpeter* zur Rübendüngung am meisten verwendet. Alte Regeln warnten vor einer einseitigen und zu reichen Düngung mit Salpeter wegen der Gefahr, bei einer Ertragssteigerung eine Herabsetzung des Reinheitsquotienten herbeizuführen, die bei den früher verbreiteten Rübensorten und bei ungenügender Benutzung der Phosphate gleichzeitig mit Salpeter tatsächlich beobachtet wurde. So be-

zieht sich der folgende Versuch von Loth in Frankreich auf das Ende der 80er Jahre des verflossenen Jahrhunderts:

	Ernte kg	Zucker %	Reinheits-koeffizient
ohne Düngung	20725	15,2	84,3
mit Salpeter 3 dz/ha . .	28160	14,8	84,2
mit Salpeter 4,5 dz/ha . .	33363	14,2	81,6

Die neuzeitlichen Methoden und die modernen Rübensorten gestatten, auch diese Qualitätsverminderung zu vermeiden. Es ist interessant, daß heute in Frankreich erst Gaben von 6—6,7 dz/ha Salpeter als zu groß angesehen werden, wenn die Rübe 300—375 dz/ha Stallmist erhalten hat. Dies zeigt sehr anschaulich, wie sich der westliche Maßstab für die Düngung von dem unsrigen unterscheidet.

Außer den Bodenverhältnissen kann auch das Klima auf die eine oder andere Lösung der Frage, welche Salpetergaben man für zu groß halten soll, einwirken.

Ist der Herbst günstig und fehlen die übrigen Nährstoffe nicht, so kann die Wirkung sogar einer überstarken Stickstoffgabe nach und nach ausgeglichen werden, wie die Versuche der Versuchsstation Bernburg zeigen:

	Stickstoffmangel	Normale Menge	Stickstoff-überschuß
Zuckerprozente am 10. Juli . . . . . %	15,9	12,1	11,8
„ „ 10. August . . . . . %	17,6	15,0	13,4
„ „ 10. September . . . %	19,6	16,3	17,0
„ „ 10. Oktober . . . . %	19,8	19,8	19,8
Wurzelgewicht . . . . . g	200	597	605
Blattgewicht . . . . . g	62	208	283

Ein ganz anderes Verhalten zum Salpeter und überhaupt zu den Stickstoffdüngemitteln haben wir bei uns, da unsere Böden stickstoffreich sind (Schwarzerde), der Herbst kürzer ist, vor allem aber weil ein weniger günstiges Verhältnis der Salpeterpreise zu denen der landwirtschaftlichen Erzeugnisse besteht. Daher die homöopathischen Salpeterdosen in unserer Praxis und das Einbringen in kleineren Mengen in die Zuckerrübenreihen (s. weiter unten über derartige Anwendung von Salpeter zusammen mit Superphosphat).

Dieses Sinken der Qualität, das oft mit einer Verzögerung der Reife verbunden ist, kann man mit Hilfe verschiedener Kulturmaßnahmen eindämmen, z. B. durch geringere Pflanzweite, durch Auswahl zuckerhaltigerer Sorten, vor allem aber durch gleichzeitige Anwendung anderer, in erster Linie *phosphorsaurer* Düngemittel. Ihre Wirkung auf die Rübe wird im allgemeinen dadurch charakterisiert, daß sie in der Mehrzahl der Fälle eine Ertragssteigerung hervorrufen und zugleich die Qualität nicht etwa herabsetzen, sondern sie im Gegenteil sogar *verbessern*[1].

So führte in dem genannten Versuch von Loth eine Zugabe von Superphosphat zum Salpeter eine Steigerung des Zuckergehaltes bis zu 16,2% und eine Steigerung des Reinheitskoeffizienten bis zu 85,8% herbei; dies steht aber damit in Verbindung, daß die Beidüngung mit phosphorsauren Düngemitteln eine zeitigere Reife der Rübe herbeiführt. Im Westen wird das Superphosphat

[1] Siehe die frühere Literaturübersicht im Aufsatz des Verfassers: Versuche über Mineraldüngung zur Zuckerrübe. Ann. Akad. Petrowsko-Rasumowskoje 1889. Ebendort (1889 und 1891) siehe Bericht über Versuche im Gouvernement Woronesch (das Gut von Gardenin), in denen die Wirkung der Phosphate auf den Zuckergehalt der Rübe deutlich hervortrat.

gewöhnlich bei breitwürfigem Streuen in einer Menge von 2,25—3 dz/ha angewandt. Bei uns dagegen ist die Methode der *Reihendüngung* der Rübe mit Superphosphat verbreitet, die es gestattet, mit einer geringeren Menge an Düngemitteln gute Ergebnisse zu erzielen. Hierzu benutzt man eine kombinierte Drillmaschine mit 2 Kästen und 2 Trichterreihen, von denen die vordere Reihe Superphosphat und die hintere, die nicht so tief sät, Rübensamen drillt[1].

Es ist manchmal möglich, Samen und Düngemittel durch dieselben Trichter zu drillen; dies erhöht die Leistung der Drillmaschine. In trockenen Jahren jedoch muß man die Beschädigung der Keime durch erhöhte Konzentration der Lösung befürchten[2]. Es ist beobachtet worden, daß trockene Samen das gemeinsame Drillen mit dem Düngemittel besser vertragen als vorgequollene.

Auf die Bedeutung der Reihendüngung mit phosphorsauren Düngemitteln wies Professor Saikewitsch in den 80er Jahren hin[3]. Auf seine Veranlassung organisierte die Landwirtschaftsgesellschaft für Charkow eine Reihe von Versuchsfeldern.

Die Wirkung der *Reihendüngung* wurde nachher auf der Versuchsstation in Iwanowo (J. M. Shukow, B. N. Roshdestwensky, N. K. Pochodnja) und nachher durch das „Netz der Versuchsfelder W.O.S.", die unter der Leitung von S. L. Frankfurt standen, näher untersucht.

Hier folgt ein vergleichender Versuch zwischen der Düngung mit Superphosphat in Reihen und breitwürfig gestreut.

Ohne Düngung	90 kg Superphosphat in Reihen	3,6 dz Superphosphat breitwürfig gestreut
100	131,8	126,9

Offenbar reichen 1,35—1,5 dz/ha (bei 20proz. P_2O_5-Gehalt) in den meisten Fällen bei Reihendüngung aus, um die günstigsten Erfolge zu erzielen. Bei diesem Verfahren wird nicht nur das Superphosphat besser ausgenutzt, sondern auch der Salpeter, so daß auch seine Anwendung selbst unter unseren Verhältnissen wirtschaftlich erscheinen kann.

Hier folgt ein Beispiel aus den Versuchen auf den Gütern von Charitonenko[4].

Die Güter	Ohne Düngung	Superphosphat 1,35 dz/ha	Superphosphat + Salpeter 0,3 dz/ha
1. Parafijewka (7 Versuche)	100	131,8	146,6
2. Ugrojedy (3 Versuche)	100	115,0	126,3
3. Jankowka (5 Versuche)	100	120,8	137,4
4. Parchomowka (10 Versuche) . . .	100	120,1	133,2

Schon die kleine Gabe von 0,3 dz/ha Salpeter zeigte eine gewisse Wirkung, die durch einen bedeutenden Bedarf der jungen Pflanzen an aufnehmbaren Nährstoffen erklärbar ist. Bei dem raschen Voranschreiten unseres Frühlings ist keine Zeit gegeben, daß sich dieser Nährstoff auf natürlichem Wege (Nitrifikation) im Boden in aufnehmbarer Form ansammelt. Später aber, sobald die Pflanzen genügend Wurzel gefaßt haben, decken sie ihren Bedarf an Wasser und an Nitraten dadurch vollkommen, daß sie eine größere Bodenschicht ausnutzen;

[1] Siehe Solakow: Kombinierte Drillmaschinen zum Drillen der Rüben. Arb. d. Kijewer Netzes d. Versuchsfelder, 42. Mitt.

[2] Siehe Arb. d. Netzes, 129. Mitt.

[3] In der Dissertation von Prof. Saikewitsch ist ein Abschnitt über die *Reihendüngungen* mit phosphorsauren Düngemitteln enthalten (Über einige Fragen der Zuckerrübenkultur, Charkow 1889). — Siehe ebenfalls Berichte über Versuchsfelder, die von Klingen, Carlson, Haberland zusammengestellt sind (für die Jahre 1885—87).

[4] Siehe die Berichte über die Zusammenkunft der Agronomen auf dem Gute von Charitonenko (der Artikel des Verfassers in der Zeitschrift Hosjain [Der Landwirt] 1900—02). Ebenfalls in den Arb. d. Versuchsstat. Iwanowo und in den Mitt. d. Netzes W. O. S. für eine Reihe von Jahren.

bei dem Superphosphat spielt wahrscheinlich auch noch eine langsamere *Retrogradation* bei Reihendüngung im Vergleich mit der breitwürfigen Methode eine Rolle. Unter *diesen Verhältnissen* (bei mäßigen Gaben und Vorhandensein von Superphosphat) zeigt der Salpeter keine den Zuckergehalt herabsetzende Wirkung. Das Superphosphat dagegen hebt den Ertrag und steigert zugleich den Zuckergehalt. Nachfolgend die Mittelzahlen aus den obenerwähnten Versuchen:

Ohne Düngung	16,44 %
Superphosphat	17,38 %
Superphosphat + Salpeter	17,40 %

In einer Reihe von Angaben, die von S. L. FRANKFURT in den „Arbeiten des Netzes der Versuchsfelder" aus den verschiedenen Jahren angeführt werden, zeigt sich ebenfalls, daß geringere Düngemittelgaben bei der Reihendüngemethode günstiger wirken (z. B. 0,3 dz P_2O_5 als Superphosphat und 0,6 dz Salpeter je Hektar) als bei der breitwürfigen Methode.

Es folgen Durchschnittszahlen aus der 12. Mitteilung: Die Ertragssteigerung bei einer Gabe von 0,3 dz/ha P_2O_5 als Superphosphat betrug:

	In Reihen	Breitwürfig gestreut
1902	342	223
1903	227	181
1904	566	142
1905	616	279

Die Steigerung des Zuckergehaltes unter Einwirkung des Superphosphates gleichzeitig mit einer gesamten Ertragssteigerung, ferner das Fehlen der schädlichen Wirkung des Salpeters auf die Qualität der Rübe bei den Mengen, die bei uns gebraucht werden, wurde als Regel in den Versuchen des „Netzes" bestätigt. Allerdings erreicht die Reihendüngung nur dann die besten Ergebnisse, wenn die Winterung, die der Rübe vorangegangen ist, als Grunddüngung Stallmist erhalten hat.

Man muß bedenken, daß die genannten Mengen für Superphosphat (1,35 bis 1,5 dz) und für Salpeter (0,3—0,45 dz) Größen sehr verschiedener Ordnung darstellen. Die Menge an P_2O_5 ist bereits nicht weit von der tatsächlichen Befriedigung des Phosphorsäurebedarfs der Rübe entfernt. Die Gabe von *0,3 dz Salpeter* dagegen bedeutet nur ein *Stimulieren des Wachstums* der jungen Pflanzen, weil der Verbrauch der Rübe an Stickstoff ganz andere Ausmaße hat; nämlich 0,9—1,5 dz/ha Stickstoff, die durch die Zuckerrübenernte entnommen werden, entsprechen 5,4—9 dz/ha Salpeter.

Solche Stickstoffmengen werden tatsächlich auch dort gegeben, wo es auf Waldböden und in feuchtem Klima günstige wirtschaftliche Verhältnisse erlauben, größere Düngermengen anzuwenden. So empfiehlt es sich in Belgien zur Erzielung hoher Ernten (375—450 dz/ha Wurzeln), außer einer Stallmistgabe im Herbst von 300 dz im Frühjahr, 7,5 dz Salpeter, 9,75 dz Superphosphat und 4 dz Chlorkalium je Hektar zu geben.

Daß unsere Normen für die Reihendüngung mit geringen Salpetergaben sogar auf Schwarzerdeböden nicht die Grunddüngung ersetzen können, zeigen die Versuche mit ununterbrochenem Rübenbau, die von den Stationen in Sumy und Mironowo ausgeführt worden sind, bei denen die Reihendüngung das Sinken der Erträge nicht verhindern konnte, dagegen die Grunddüngung eine langjährige Kultur möglich machte.

Von allen Phosphaten zeigt das Superphosphat bei der Rübe die beste Wirkung, weil es die Phosphorsäure in leicht löslicher Form enthält. Die anderen weniger löslichen Phosphate (Knochenmehl, Thomasschlacke) wirken zwar in derselben Richtung, aber weniger energisch[1]. Die Wirkung des Knochenmehls

[1] Wenigstens auf der typischen Schwarzerde. Siehe N. K. POCHODNJA: Bericht über die zweite Tagung der Agronomen auf dem Gute von Charitonenko.

hängt sehr von der Bodenart ab. Es gibt günstige Wirkungen von Knochenkohle (eines gewöhnlichen Zucker-Fabrikabfalles) auf Ertrag und Zuckergehalt der Rübe, und diese nicht nur im ersten, sondern auch in den folgenden Jahren, wenn bedeutende Kohlemengen gegeben wurden. Phosphorite werden zum Rübenbau gewöhnlich nicht verwendet wegen der Art des Bodens, auf dem die Rübe gebaut wird (Schwarzerde). In der Nähe der nördlichen Grenze des Schwarzerdegebietes jedoch, im Gebiet der ausgelaugten Schwarzerde im Gouvernement Orel und den benachbarten Gebieten ist auch die Anwendung von Phosphoritmehl möglich, wenn man eine erhöhte Menge an Phosphorsäure im Vergleich zum Superphosphat gibt.

Im ganzen erscheint die Kombination von Salpeter und Superphosphat für die Zuckerrübenkultur doch die verbreitetste. Die Kriegszeit, in der es keinen Salpeter gab und die einen Mangel an Superphosphat hervorrief, zwang uns dazu, einen Ersatz für diese Kombination zu suchen, wobei man an eine solche von Knochenmehl oder sogar Phosphorit mit schwefelsaurem Ammoniak denken konnte. Das Ammoniak als physiologisch saures Düngemittel erscheint im gewissen Grade als Lösungsmittel der Phosphate im Boden; die Pflanze nimmt die Base auf und läßt den Säurerest im Boden zurück. Die nitrifizierenden Bakterien führen die Base in eine Säure über, wobei sowohl der gebildeten Salpetersäure als auch der restlichen Schwefelsäure eine genügende Kalziummenge zur Neutralisierung zur Verfügung stehen muß. Aber außer vorübergehenden Ursachen sprechen auch noch andere Gründe für die Anwendung von Ammoniaksalzen, nämlich der Übergang der chemischen Industrie vom synthetischen Salpeter zum synthetischen Ammoniak.

Über den Nutzen von schwefelsaurem Ammoniak zu Rüben bestehen bei breitwürfiger Düngung keine Zweifel („Arbeiten des Netzes"). Aber unsere Preisverhältnisse erschwerten es bis jetzt, die Normen anzuwenden, die zu einer breitwürfigen vollen Düngung notwendig sind. Die Reihendüngung mit Ammoniaksalzen ist aber mit der Gefahr einer Verletzung der jungen Pflanzen verbunden entweder infolge des physiologisch sauren Charakters der Ammoniaksalze oder weil die Pflanzen leichter eine Steigerung der Konzentration der Nitrate als eine solche der Ammoniaksalze vertragen. Deswegen muß man bei der Reihendüngung mit diesen Salzen größere Vorsicht walten lassen als beim Salpeter; dies bezieht sich sogar auf das salpetersaure Ammoniak[1].

Jetzt muß die Schaffung einer Stickstoffindustrie bei uns eine Senkung der Preise der Stickstoffdüngemittel herbeiführen, und sie muß es uns ermöglichen, diese Düngemittel der Rübe in größeren Mengen zuzuführen. Man erwartet das Erscheinen sowohl von schwefelsaurem Ammoniak und Zyanamid als auch von höherprozentigen Düngemitteln wie Karbamid (synthetischer Harnstoff) auf dem Markte, ferner auch von phosphorsaurem Ammoniak. Diese Produkte sind gleichzeitig frei von einem Ballaststoff, wie ihn die Schwefelsäure darstellt, auf die im schwefelsauren Ammoniak rund 75 % entfallen.

Im Westen werden zu Rüben große *Kali*mengen angewendet, wobei man konzentrierte Salze bevorzugt, weil sie weniger Chlornatrium und Chlormagnesium enthalten als die niedrigprozentigen Salze, die unmittelbar in Staßfurt gewonnen werden (z. B. Kainit und Karnallit) und weil die Beimengung der Chloride ($NaCl$, $MgCl_2$) ungünstig auf die Rübeneigenschaften einwirkt. Es ist eine verspätete Reife, daher auch ein Absinken des Zuckergehaltes beobachtet worden. Weil ferner die Chloride, wenn sie in die Wurzeln gelangen, die Menge an

[1] In Westeuropa wird die Reihendüngung mit Salpeter fast gar nicht angewendet. Für eine Düngung mit Kalkstickstoff während des Rübenwachstums hat man aber Versuche mit dem Unterbringen *zwischen den Reihen* gemacht.

Nichtzucker vergrößern, derart, daß sich dieser bei der Reinigung des Saftes in der Fabrik nicht entfernen läßt, so sinkt der Reinheitskoeffizient der Rübe. Man erhält viel Melasse zu Lasten der Ausbeute an kristallisiertem Zucker. Um dies zu vermeiden, empfiehlt es sich, zu Rüben nach Möglichkeit nicht rohe, sondern konzentrierte Kalisalze (30% oder 40%) zu verwenden, weil sie weniger Beimischungen enthalten. Will man aber trotzdem den Kalimangel mit Hilfe niedrigprozentiger Salze ausgleichen, so muß man sie im Herbst geben, noch besser zur Vorfrucht, damit der Überschuß an Chlorsalzen durch das Regenwasser genügend ausgelaugt wird. Derjenige Teil aber des verabfolgten Kalis, der von der Vorfrucht nicht ausgenutzt, vom Boden infolge seiner Sorption aber festgehalten worden ist, kann auf die Rübe nur günstig einwirken. Es wird behauptet, daß die neuen hochzuckerhaltigen Sorten gegen eine Düngung mit Staßfurter Salzen weniger empfindlich sind als die früheren Sorten.

Bei uns hat die Anwendung von Kalisalzen teils deswegen keine große Verbreitung gefunden, weil nicht alle Böden einen deutlichen Kalimangel aufwiesen (die Schwarzerde ist ziemlich reich an Kali, die Rübe aber verfügt hinsichtlich des Kalis über eine gute Aufnahmefähigkeit), teils aber auch dadurch, daß wir keine billige Quelle zur Deckung des Kalibedarfs besaßen, auch in den Fällen, in denen der Boden auf Kali reagierte. Jetzt, infolge der Entdeckung der Kalilager in Solikamsk, besteht eine größere Möglichkeit zur Anwendung von Kalisalzen, gleichzeitig aber muß der Bedarf an Kali mit dem Steigen der Intensität des Rübenbaues größer werden. Dieser Bedarf muß auch auf den Böden einsetzen, die bis jetzt nicht auf Kali reagierten, wie sich dies in den Versuchen der Mironowostation mit dem ununterbrochenen Rübenbau gezeigt hat. Entsprechende Versuche wurden mit einer fruchtbaren Schwarzerde angestellt, die früher nie (bei Stallmistanwendung) auf Kali reagierte; als man aber nun Stickstoff und Phosphorsäure (ohne Stallmist) zu düngen begann, hatte man nach 10 Jahren eine derartige Kaliwirkung bekommen, wie man sie noch nie im Schwarzerdegebiet gesehen hat.

Jedenfalls muß man, wenn man von den Stickstoff- und Kaliquellen für die Rübe spricht, im Auge behalten, daß die *Versorgung der Zuckerrübengegend mit Superphosphat an erster Stelle* steht. Nur nach der Entscheidung und Lösung dieser Frage wird es möglich sein, einen großen Verbrauch an Stickstoff- und Kalidüngemitteln beim Rübenbau zu erwarten.

Weil die Phosphoritlager in Podolien nicht genügend ergiebig sind, kann auf ihnen die Lösung der Superphosphatfrage nicht für das ganze Reich basieren. Andererseits liegen die Ober-Kamalager zu entfernt. Eine zielbewußte Errichtung von Superphosphatfabriken im Süden unter Verwendung afrikanischer Phosphorite (Tunis, Algerien und Marokko weisen reiche Lager auf) würde durchaus möglich sein. Diese Phosphate können sehr billig nach Odessa geliefert werden (als Ballast auf Frachtdampfern, die aus Odessa Getreide holen). Bestätigen die Versuche die Möglichkeit, die niedrigprozentigen Rohsalze nach der Methode von Prof. Brizke[1] fabrikmäßig zu hochprozentigen Phosphaten anzureichern, so erhält die Zuckerrübengegend eine neue Phosphatquelle in dem schon lange bekannten Lager im Gouvernement Kursk, welche wegen ihres niedrigen P_2O_5-Gehaltes für die Superphosphatfabrikation nicht geeignet ist.

Von den *Kalkdüngemitteln* kann man in den Zuckerrübenwirtschaften am häufigsten den *Scheideschlamm* anwenden, der als Abfallprodukt in den

[1] Bei dieser Methode werden zum Reduzieren und Abdestillieren des Phosphors aus beliebigen Phosphaten nicht elektrische Öfen sondern Hochöfen benutzt; dann wird der Phosphor oxydiert und die Oxydationsprodukte werden durch $CaCO_3$ absorbiert. Hierbei erhält man ein Produkt mit 55—60% P_2O_5 in wasserlöslicher Form.

Fabriken anfällt. Dieses Düngemittel enthält außer Kalk auch noch andere Nährstoffe wie Stickstoff und Phosphorsäure, die bei der Reinigung des Zuckerrübensaftes als Eiweißstoffe und auch Mineralverbindungen abgesetzt werden. Je nach dem Stande der Fabrikationstechnik und der Kalkmenge, die von der Fabrik verbraucht wird, ist die Zusammensetzung dieses Abfallproduktes verschieden; häufig aber ist der Gehalt an Stickstoff und Phosphorsäure nicht niedriger als im Stallmist. Nach den Mitteilungen von J. M. Shukow für die 8 Fabriken von Charitonenko enthielt die *Trockensubstanz* des Scheideschlammes: 40—52% Kalk, 0,23—0,78% Stickstoff, 0,1—0,3% Kali, 0,23—0,61% Phosphorsäure, 7—19% organische Substanzen; dabei enthielt der Schlamm, der direkt dem Haufen entnommen wurde, 16—49% Wasser. Seine verschiedene Zusammensetzung, die wiederum von den verschiedenen Bodenverhältnissen und dem verschiedenen Verhalten des Bodens zum Kalk abhängt, erklärt in genügender Weise die in den verschiedenen Wirtschaften abweichenden Regeln in der Anwendung dieses Düngemittels. Jedenfalls muß man beachten, daß eine zu hohe Gabe dieses Düngemittels den Rüben oft schädlich wird. Die Schwierigkeit der Ausnutzung des Scheideschlammes in Rußland besteht darin, daß die meisten Zuckerfabriken im Schwarzerdegebiet liegen, wo die Böden nicht sauer und oft ziemlich kalkreich sind. Die sauren Böden der Waldregion, welche die Kalkdüngung brauchen, liegen aber zu entfernt, um den Scheideschlamm der Zuckerfabriken ausnutzen zu können. Man zieht es vor, den Schlamm in der Brache unterzubringen, 45—90 dz je Hektar (und nicht nach den Normen der Stallmistdüngung, wie man es nach dem Nährstoffgehalt annehmen könnte).

Gründüngung zu Rüben wird bei uns seltener angewandt. In Westeuropa aber werden häufig Leguminosen (Stickstoffsammler) als Untersaat in das vorhergehende Getreide bestellt[1].

In einem milden und feuchten Herbst geht die Entwicklung gut vorwärts. Nach der Getreideernte werden die Leguminosen im September oder Oktober als Stickstoffdünger untergepflügt, wobei der Kali- und Phosphorsäuremangel durch entsprechende mineralische Düngemittel ergänzt wird. Bei dem gegenwärtigen Stallmistmangel verdient diese Frage bei uns im Südwesten besondere Beachtung.

Wir müssen erwähnen, daß im Gouvernement Charkow und weiter nach dem Osten hin die Gründüngung eine negative Wirkung auf die Rübenernte ausüben kann[2].

Je nach der Verbreitung des Leguminosenanbaues und seiner Bedeutung für das Schwarzerdegebiet verdient diese Frage jedoch eine Revision. In Westeuropa kann die Gründüngung die Rübenernte um 20% und mehr steigern; dieses ist aus den Versuchsergebnissen in Halle (im Laufe von 4 Jahren) ersichtlich.

Vorfrucht	Rübenertrag dz	Zucker %
Wintergerste (Stoppelbrache) . .	272,7	17,7
Wintergerste (Gründüngung) . .	334,5	17,9

6. Die Stellung der Zuckerrübe in der Fruchtfolge.

Bei der Wahl der Stellung in der *Fruchtfolge* muß man vor allem davon ausgehen, der Rübe den erforderlichen Nährstoffvorrat im Boden sicherzustellen. Ferner spielt für die Auswahl der Vorfrucht die Zeit eine gewisse Rolle, die übrigbleibt, den Boden zum Rübenbau nach der Ernte der einen oder anderen Vorfrucht vorzubereiten. Falls die Gefahr der Rübenmüdigkeit besteht, muß man es vermeiden, Rüben nach solchen Pflanzen anzubauen, die eine Vermehrung

[1] Hopfenluzerne und Serradella als Untersaat, Lupine als Zwischenfrucht.
[2] Roshdestwensky, B. N.: Arb. d. Versuchsstat. Iwanowo, 2. Bericht.

der Nematoden im Boden begünstigen. Außerdem können bei der Wahl gleichzeitig anzubauender Kulturpflanzen Überlegungen betriebsorganisatorischer Art eine Rolle spielen (z. B. zeitliche Arbeitsverteilung).

Die charakteristische Stellung ist diejenige nach einer *gedüngten Winterung*[1]. Die klassische Fruchtfolge des Norfolker Fruchtwechsels zeigt uns dieses besonders deutlich: Winterung — Rüben — Sommerung — Klee. Als man in Westeuropa dazu überging, die Stickstoffsammler in dem der Rübe vorangehenden Jahre als Untersaat oder als Stoppelfrucht anzubauen, erwies sich eine derartige Stellung auch insofern als praktisch, als nach einer Winterung eine längere Vegetationszeit zur Verfügung stand, während der sich diese Kulturen besser entwickeln konnten, als nach einer Sommerung. In unseren trockenen Gebieten, wo der Klee nicht gedeiht, griff man oft zu folgender Fruchtfolge: Brache — Winterung — Rüben — Sommerung; diese Fruchtfolge unterscheidet sich von dem Norfolker Fruchtwechsel durch das Fehlen des Klees. Dieselbe Folge: Winterung — Rüben — Sommerung tritt in einer Reihe anderer Fruchtfolgen auf, die aus der genannten Vierfelderwirtschaft bis zu einer Fünf- oder Sechsfelderwirtschaft ausgedehnt wurden; z. B. Brache — Winterung — Rüben — Erbsen — Hafer; oder Brache — Winterung — Rüben — Hafer — Erbsen — Hafer, wobei die Brache durch Wickhafer ersetzt werden kann.

Außer dieser charakteristischen Stellung der Rübe nach Winterung hat bei uns (vor allem hatte) eine Maßnahme eine gewisse Verbreitung gefunden, die vom westeuropäischen Standpunkte aus durchaus *unzulässig* ist, und zwar die Stellung der Rübe, einer Hackfrucht, deren Anbau die Brache ersetzen soll — *nach Brache*.

Geschichtlich hat sich dieses folgendermaßen entwickelt. Bei der Einführung des Zuckerrübenbaues herrschte bei uns die Dreifelderwirtschaft, die sich bei der Bestellung der einen Hälfte der Winterung und der einen Hälfte der Sommerung mit Rüben in eine Sechsfelderwirtschaft mit 2 Brachschlägen umwandelte.

Die Stellung der Rübe nach ungedüngter Brache ist eine Besonderheit des Schwarzerdegebietes, wo eine große Ansammlung von Nitraten in der Brache auf Kosten des Bodenstickstoffes möglich ist. Infolgedessen wird dieselbe Wirkung wie in Westeuropa durch eine Beigabe großer Salpetermengen bei uns durch den Verlust eines Erntejahres zur Salpeteransammlung im Boden erreicht, was nur bei einem extensiven Wirtschaftssystem möglich ist. Außerdem erlaubt die Brache, den Boden auf einer größeren Fläche zu Rüben tief zu pflügen, selbst wenn man wenig Inventar besitzt.

Außer der Aufspeicherung von Nitraten ist während der Brache eine *Feuchtigkeitsansammlung* möglich; deswegen sind die Rübenerträge nach Brache höher als nach Winterung; der Zuckergehalt ist aber etwas niedriger, z. B.:

	Ohne Düngung		Bei Stallmistgabe[2]	
	Ernte dz	Zucker %	Ernte dz	Zucker %
Nach Winterung . . .	153	19,1	196	19,2
„ Brache	205	17,2	269	17,3

[1] Vor allem wurde früher, als man die Anwendung des Stallmistes zu Rüben noch als unmöglich bezeichnete, ein genügender Nährstoffgehalt des Feldes, das vorher Winterung getragen hat, besonders hoch geschätzt; dies vor allem bei Fehlen des einseitigen Stickstoffüberschusses, der durch eine direkte Stallmistdüngung hervorgerufen werden konnte, als man es noch nicht verstand, das richtige Nährstoffverhältnis unter Zuhilfenahme der mineralischen Düngemittel herzustellen.

[2] Siehe die Aufsätze von Nesterow, von Philippowsky und anderen in Arb. d. Netzes d. Versuchsfelder W. O. S. 1912—15.

Je nach der Bevölkerungszunahme und der Abnahme des Ackerlandes, wo man sogar das Brachland vor Winterung nicht mehr unbestellt liegen lassen will, wird es immer schwerer, vor Rüben eine reine Brache einzurichten. Daher erklärt sich das Bestreben, für die Rübe außer gedüngter Winterung auch noch irgendeine andere günstige Vorfrucht vorzusehen. Als hierzu geeignet sind von einer Reihe von Versuchsstationen die *Leguminosen zur Samengewinnung* festgestellt worden, vor allem solche, die das Feld nicht spät verlassen, besonders die *Erbsen*.

Wenn wir anstatt Brache vor der Rübe Erbsenbau vorsehen, ohne diese zu düngen, so erhalten wir zwar eine etwas geringere Rübenernte, die aber durch die Erbsenernte (12—15 dz) ausgeglichen wird. Werden die Rüben reihenweise gedüngt, so wird der Unterschied der Ernten nach Brache und nach Erbsen völlig ausgeglichen (Angaben des Kijewer „Netzes"). Eine Stallmistgabe zu Rüben gleicht nicht nur die Erträge nach Erbsen und Brache aus, sondern sie gleicht überhaupt die Wirkung der Mehrzahl der Vorfrüchte aus (ausgenommen die Rüben selbst).

Ferner können der Rübe *Futterpflanzen* vorangehen, die entweder mehrjährig (Klee) oder 1jährig (Wickhafer) sind. Früher vermied man es, nach Klee Rüben anzubauen, weil man einerseits eine ungünstige Wirkung des Stickstoffüberschusses im Boden auf den Zuckergehalt, andererseits eine Verzweigung der Rübenwurzeln infolge mechanischer Widerstände in Form unverwester Wurzelreste befürchtete. Bei der Möglichkeit einer Superphosphatdüngung hat jedoch die Frage des einseitigen Stickstoffüberschusses ihre Bedeutung verloren. Der Einfluß der unverwesten Wurzelreste des Klees kann ebenfalls durch die Wahl der hierzu erforderlichen Zeit und der hierzu notwendigen Bearbeitungsmaßnahmen ausgeglichen werden. Die Erfahrungen Westeuropas[1] und einiger unserer Versuchsstationen (Sumy und Nossowka) haben gezeigt, daß der Klee (ohne Lieschgras) bei 1jähriger Nutzung als gute Vorfrucht zu Rüben anzusehen ist, weil er das Feld früh räumt und genügend Zeit für die Bearbeitung läßt. Außerdem erhält man durch den Klee infolge der Anreicherung des Bodens an Stickstoff und infolge der günstigen Wirkung der Wurzelreste auf die Bodenstruktur eine größere Wirkung des Superphosphates als ohne Klee. Bei gleicher Stallmistgabe steht eine Rübenernte nach Klee einer Ernte nach Frühbrache nicht nach, ja sie überflügelt sie sogar etwas, z. B. stehen 241 dz/ha gegen 230 dz nach den Mitteilungen der Station Sumy. Wickhafer steht in seiner Eignung als Vorfrucht für die Rübe etwas hinter dem Klee. Eine Rübenernte nach Wickhafer mit einer Stallmistgabe steht einer Ernte nach Frühbrache, die mit derselben Stallmistmenge gedüngt worden ist, nicht nach. Nach den Mitteilungen der Versuchsstation in Iwanowo, Bull. 1927, glich eine Phosphorsäuregabe die Wirkung einiger Vorfrüchte auf die Zuckerrübe folgendermaßen aus (die Ernte ist in Verhältniszahlen angegeben):

---

[1] So fand Kiehl im Laufe von 15 Jahren durchschnittlich folgende Werte:

	Rübenertrag dz/ha	Zuckerertrag dz/ha
Nach Klee . . .	309,4	42,2
„ Weizen . .	279,5	41,0
„ Hafer . .	249,1	36,5

Kiehl: 60jährige Erfahrungen und Erlebnisse eines alten Rübenbauers, 2. Aufl. 1918.

Daß die Rübe in der Fruchtfolge nach anderen *Hackfrüchten* angebaut wird, wie z. B. nach Kartoffeln, was manchmal in Westeuropa vorkommt, ist bei uns nicht so häufig.

	Rübenertrag	Zucker %
Frühbrache	100	17,6
Esparsette	101	18,5
Klee	99	18,3
Wicke mit Roggen	93	18,8
Wicke mit Hafer	87	18,6
Früherbsen zur Körnergewinnung	98	18,7

Eine *Wiederholung des Rübenanbaues* auf demselben Felde innerhalb zweier Jahre ist ebenso gewöhnlich unzulässig wie ein zu häufiges Wiederkehren, wodurch bei der Aufstellung des Fruchtfolgeplanes die Rübenanbaufläche auf 25—30 % selbst bei Anwendung mineralischer Düngemittel eingeschränkt werden muß (Westeuropa). Zweierlei Ursachen sind hierfür maßgebend: Einerseits die *Vermehrung der Schädlinge* (Nematoden), andererseits aber kann sich hierbei einfach ein *Nährstoffmangel* im Boden bemerkbar machen, weil durch die Rüben Nährstoffe in großer Menge ausgeführt werden. Diese Überlegung spielt im Westen eine geringere Rolle, bei uns dagegen steht sie bei dem herrschenden Düngermangel an 1. Stelle. Wir hatten allerdings früher Fälle, wo wir im Laufe einiger Jahre gute Rübenerträge erzielten bei der Fruchtfolge: Brache — Winterung — Rüben — Rüben. Dies bezieht sich aber auf besondere Verhältnisse, bei denen die betreffende Wirtschaft über unbeschränkte Düngermengen verfügte (käuflicher Stallmist).

Daß für unsere Verhältnisse gerade dieser Faktor die Hauptrolle spielt, beweisen die Versuche mit ununterbrochenem Rübenbau auf den Versuchsstationen Sumy und Mironowo.

Fehlt die Düngung, so tritt ein Sinken der Rübenerträge sehr schnell ein, z. B.:

1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919
237 dz	133 dz	73 dz	45 dz	55 dz	54 dz	45 dz

Aber bei Stallmistdüngung (480 dz/ha jedes zweite Jahr) waren die Ernten in den gleichen Jahren folgende:

1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919
259 dz	183 dz	195 dz	225 dz	178 dz	169 dz	193 dz

Wenn auch die Frage eines *längeren Rübenbaues* vor allem theoretisch von Interesse ist, so ist es vom praktischen Standpunkt wichtig zu wissen, wie man die Zuckerrübenfläche je nach den gegebenen Verhältnissen ausdehnen kann (nach der Bodenfruchtbarkeit, nach den Düngervorräten usw.), weil eine Fläche, die mit Rüben bestellt ist, die Sonnenenergie besser ausnutzen kann als die gleiche Fläche unter Getreide.

In den Arbeiten der Versuchsstationen Mironowo und Nossowka finden wir folgende Angaben über die Produktionssteigerung bei verschiedenen Fruchtfolgen je nach der Ausdehnung der Rübenfläche:

	Prozent der Rübenfläche	Produktion in Stärkewerten je ha	Dasselbe in Prozent
Dreifelderwirtschaft ohne Rübenbau (auf der Brache — Wickhafer)	—	73	100
Dreifelderwirtschaft mit $^1/_6$ Rübenfläche	16,6	116	160
Vierfelderwirtschaft (mit bestellter Brache)	25,0	140	192
Dreifelderwirtschaft (Wickhafer — Winterung — Rüben)	33,0	166	223

Es versteht sich aber von selbst, daß der Verbrauch an Düngemitteln je nach dem Anwachsen der Rübenfläche ebenfalls steigt. Deswegen kann nur bei unbeschränkten Düngerquellen (wie künstliche Düngemittel oder bei Vorhandensein von Überschwemmungswiesen in der Wirtschaft oder bei einer Möglichkeit, Stallmist von außen zu beziehen) ein Interesse für eine Fruchtfolge mit sehr großer Rübenfläche bestehen und nur dann, wenn Nematoden und andere Schädlinge einer häufigen Wiederkehr der Rübe auf demselben Felde nicht im Wege stehen.

Als *Beispiele für eine Fruchtfolge mit Rübenbau* können nachfolgende angeführt werden:

1. *Vierfelderwirtschaft mit 25% Rübenbau*: Brache — Winterung — Rüben — Hafer; oder Klee[1] — Winterung — Rüben — Hafer.

Dasselbe mit 50% *Rübenfläche*, die Möglichkeit, große Düngermengen anwenden zu können oder das Fehlen der Nematoden vorausgesetzt: Brache[2] — Rüben — Erbsen — Rüben; Brache — Winterung — Rüben — Rüben.

2. *Fünffelderwirtschaft mit 20% Rübenbau*: Brache — Winterung — Rüben — Erbsen — Hafer; Klee — Winterung — Erbsen — Rüben — Hafer; Klee — Winterung — Rüben — Hafer — Klee.

Dasselbe mit 40% *Rübenbau*: Brache[2] — Winterung — Rüben — Erbsen — Rüben; Klee[1] — Rüben — Erbsen — Rüben — Hafer.

3. *Sechsfelderwirtschaft mit 16,6% Rübenbau*: Brache[3] — Winterung — Rüben — Erbsen — Hafer — Klee.

Dasselbe mit 33% *Rübenbau*: Klee[1] — Winterung — Rüben — Erbsen — Rüben — Hafer; Brache[2] — Winterung — Rüben — Hafer — Klee — Rüben.

4. *Siebenfelderwirtschaft mit 14% Rübenbau*: Klee — Winterung — Rüben — Erbsen — Rüben — Hafer — Klee; Klee[1] — Winterung — Rüben — Hafer — Erbsen — Rüben — Hafer.

5. *Achtfelderwirtschaft mit 12,5 und 25% Rübenbau*: Brache — Winterung — Rüben — Sommerung — Klee — Klee — Winterung — Sommerung; Brache — Winterung — Rüben — Sommerung — Klee — Klee — Rüben — Hafer.

Nach Rüben finden die Sommergetreidearten einen guten Platz; dies sehen wir in der klassischen Fruchtfolge des Westens — in der Norfolker Fruchtfolge. In südlichen Gegenden ist es möglich, Winterweizen nach Rüben zu bauen; bei uns gelingt dies im Kubangebiet gut.

7. Die Bodenbearbeitung.

Infolge der starken Entwicklung der Hauptwurzel und des großen Verbrauches an Nährstoffen verlangt die Zuckerrübe eine *tiefe Ackerkrume*. Ist die Ackerkrume von Natur aus nicht tief, wie dies bei der Mehrzahl der Böden der Waldregion der Fall ist, so ist eine *tiefe Bearbeitung* unbedingt erforderlich, wobei nicht nur die Ackerkrume sondern auch der Untergrund gelockert wird. In dieser Hinsicht sind die Ansprüche der Zuckerrüben noch größer als die der Futterrüben, weil sich bei diesen ein bedeutender Teil der Wurzel über der Erde entwickeln kann, bei der Zuckerrübe dagegen muß sich die Wurzel nach Möglichkeit in der Erde entwickeln. Deswegen ist im westlichen Europa, wo der Rübenbau auf Böden der Waldregion vorherrscht, eine Bodenbearbeitung von 30—35 cm Tiefe unbedingt erforderlich.

[1] Neben Klee kann hier auch noch Wickhafer Verwendung finden.
[2] Oder Wickhafer; auch Erbsen zur Körnergewinnung.
[3] Oder Wickhafer.

Je nach den Bodeneigenschaften kann die Rübe auch auf eine größere Tiefe der Ackerkrume reagieren; gewöhnlich wird aber diese Vertiefung der Ackerkrume durch wirtschaftliche Überlegungen begrenzt. Bei den Versuchen von Vilmorin (Frankreich) wirkte die Tiefe der Bearbeitung auf die Rübenernte folgendermaßen:

Tiefe der Lockerung .	24 cm	40 cm	48 cm
Ernte	27553 kg	37002 kg	47682 kg

Eine derartig tiefwendende Lockerung aber ist nur bei gartenmäßiger Kultur möglich.

Abgesehen von den Bodeneigenschaften hängt der *Erfolg einer tiefen Bodenbearbeitung* in hohem Grade auch noch davon ab, wann und in welchem Maßstabe diese Bearbeitung auf dem betreffenden Boden schon früher angewandt worden war, weil die Wirkung einer tiefen Bearbeitung sich zweifellos noch im Laufe einiger Jahre zeigt. Deswegen begnügt man sich häufig mit einer einzigen tiefen Bearbeitung im Laufe der ganzen Fruchtfolge, wenn auch die Rübe in derselben mehr als einmal vertreten ist, während man sonst den Boden verhältnismäßig flacher bearbeitet. Die Vertiefung der Ackerkrume soll man nach Möglichkeit allmählich durchführen, indem man mit einer Hilfslockerung der Furchensohle durch einen Untergrundlockerer anfängt und es vermeidet, unvorbereitete tiefe Schichten nach oben zu bringen.

In Westeuropa fiel dem *Dampfpflug* in der Geschichte der Entwicklung des Zuckerrübenbaues eine bedeutende Rolle zu, wobei man die größte Bedeutung nicht nur dem Umstande beimißt, daß man das Tiefpflügen schnell ausführen kann, ohne die Gespannkräfte von den Arbeiten abzulenken, die im Augenblick die größte Anstrengung verlangen, sondern auch der Gleichmäßigkeit der Arbeit bei Fehlen der Ausstreichfurchen und einer stellenweisen Verhärtung des Bodens (Spuren der Hufe), ebenfalls auch einer besseren Lockerung infolge der Schnelligkeit der Pflugbewegung.

Unsere Schwarzerdeböden unterscheiden sich in ihren Eigenschaften wesentlich von den westeuropäischen und überhaupt von den Böden der Waldregion durch ihre große Porosität und Tiefgründigkeit. Deswegen erzielen wir durch tiefes Pflügen einen geringeren Erfolg als im Westen. So brachte eine Vertiefung der Ackerkrume von 20 cm auf 26 cm und 33 cm nach den Nachrichten des „Netzes der Versuchsfelder" keine Ertragssteigerung. Nach den Mitteilungen der Station Sumy wurde dieser Zuwachs, obwohl festgestellt, durch den Ertragszuwachs nicht bezahlt gemacht:

	Ernte dz/ha
Pflugtiefe auf 18 cm	223
Dasselbe und Untergrundlockerer (18 + 9 cm) . .	237
Dasselbe auf 26 cm	232
Dasselbe auf 35 cm	239

Folgt die Zuckerrübe auf Brache, so kann das Tiefpflügen in einer weit längeren Zeitspanne ausgeführt werden als bei einer Bearbeitung nach Winterung; daher kann man dasjenige wertvollere Inventar, das zu einer tiefen Bearbeitung erforderlich ist, vollkommener ausnutzen. Aber, wie gesagt, die reine Brache ist als Vorfrucht der Zuckerrübe eine immer mehr absterbende Erscheinung. Eine bestellte „Brache" aber, wie z. B. die „Erbsenbrache" verdient, eigentlich überhaupt nicht mehr den Namen „Brache", wenn die Erbsen zur Körnergewinnung geerntet und nicht als Gründüngung untergepflügt werden. In solchen Fällen ist es besser, von einer Bodenbearbeitung zu Rüben nach der einen oder anderen Vorfrucht zu sprechen als von einer Bearbeitung der Brache, wie es oft bei uns geschieht. Der Hauptunterschied zwischen den Vorfrüchten hin-

sichtlich der Bodenbearbeitung besteht darin, daß sie das Feld zu verschiedenen Zeiten räumen. *Folgen Rüben auf Wintergetreide*, so beginnt die Bearbeitung gewöhnlich mit dem Schälen, das sobald als möglich nach der Ernte ausgeführt wird, um die Bodenfeuchtigkeit zu erhalten, die Stoppelreste in die Zersetzung fördernde Verhältnisse zu versetzen und das Keimen der Unkrautsamen herbeizuführen. Die 2. Pflugfurche erfolgt auf volle Tiefe.

Von dieser Norm (zweimal Pflügen im Herbst) kommen zweierlei Abweichungen vor:

1. *Bei mildem Herbst* in Ländern mit intensiver Wirtschaft (Frankreich, Belgien) empfiehlt sich bei Ausführung der Pflugarbeiten im Herbst Schälen nach der Ernte, ferner Unterpflügen des Stallmistes, der Anfang September hinausgefahren wird, auf eine Tiefe von 15—20 cm, und nachher Tiefpflügen auf 25—30 cm im November oder Dezember.

2. *In kontinentalem Klima*, vor allem in extensiven Wirtschaften, wird die Bearbeitung vereinfacht. So begnügt man sich bei uns häufig mit *einer* Pflugfurche, wobei die Zersetzung der Stoppelreste und die Unkrautvertilgung bereits nicht mehr so vollkommen erreicht werden, besonders wenn man sich mit dem Pflügen verspätet hat[1]. Eine einmalige Pflugfurche ist eher auf lockeren und durchlässigeren Böden zulässig als auf bindigen Lehmböden. Sie ist bei kurzem Herbst und bei früherem Eintreten der Fröste eher gerechtfertigt als unter umgekehrten Verhältnissen; nach Möglichkeit muß sie aber durch eine doppelte Furche ersetzt werden. Besonders auf den Feldern, auf denen man mit der Hauptfurche leicht in Verzug gerät, ist ein frühes Schälen besonders wünschenswert.

So änderten sich die Rübenerträge je nach der Herbstbearbeitung nach den Mitteilungen der Versuchsstation in Ramon folgendermaßen:

	Ertrag dz	Zucker %
1. Schälen im Juli, Pflügen im September . .	224	18,0
2. Pflügen im August	214	18,6
3. Pflügen im September	206	18,6
4. Pflügen im Oktober	193	18,2
5. Pflügen im Frühjahr	188	18,0

Über Winter läßt man die Furche gewöhnlich rauh liegen. Im Frühjahr ist die Einebnung der rauhen Furche mit der Egge oder der Schleife die erste Maßnahme.

Diese Arbeit muß dann ausgeführt werden, wenn der Boden bereits so abgetrocknet ist, daß er nicht mehr schmiert, aber auch nicht so übermäßig trocken geworden ist, daß die Furchenkämme Schollen bilden; von diesen kann man sich später schwer befreien.

Dann folgt die Bearbeitung auf größere Tiefe mit Exstirpatoren oder mit schweren Flügeleggen; dann folgt die Scheibenegge, die Walze und die gewöhnliche Egge. Dabei will man ungefähr dieselbe Struktur erreichen wie im Gemüsegarten.

In den Mitteilungen des „Netzes der Versuchsfelder" findet sich ein Vergleich der Auswirkung derjenigen Kulturmaßnahmen, die in einer der fortschrittlichsten Wirtschaften (Trostjanez) angewandt wurden, mit vereinfachten Bestellungsmaßnahmen:

[1] Siehe Philippowsky: Arb. d. Netzes W. O. S. 1912, 1913. — Auch Nesterow: Ebenda 1915, 33. Mitt.

	Rübenertrag dz
1. Kultivator, Egge, Walze, 2mal Eggen, Drillmaschine, Walze	426
2. Kultivator, Egge, Drillmaschine, Walze	343
3. Kultivator, Walze, Egge, Drillmaschine	352

Hieraus sehen wir, daß die Vereinfachung der vorbereitenden Bestellungsarbeiten ein Sinken der Ernteerträge zur Folge hat.

Zum Vergleich wollen wir hier noch Maßnahmen zur Bestellung des Ackers zu Rüben anführen (nach KNAUER), die in Deutschland angewandt werden. Nach dem Abtrocknen des Bodens im Frühjahr wird geeggt und geschleift, dann wird die Hälfte der mineralischen Düngemittel gestreut und mit dem Kultivator untergebracht; darauf folgt Egge und Walze. Kurz vor der Saat wird die 2. Hälfte der mineralischen Düngemittel gegeben, es folgt der Kultivator, die Egge, die Walze und noch einmal die Egge und die Walze. Unmittelbar vor der Einsaat wird das Feld nochmals geeggt.

Um den Energieverbrauch bei der Eigenbewegung möglichst klein zu gestalten und um die Arbeit rechtzeitig auszuführen, empfiehlt es sich, gleichzeitig zwei Arbeiten zu verrichten, wenn eine solche Kombination keine Überlastung der Pferde oder Traktoren verursacht; z. B.: an den Kultivator wird eine Schleife angehängt, an eine Walze — Eggen usw. (DERLITZKI).

8. Saatgut und Aussaat.

Bevor wir zur Beschreibung der Rübenbestellung selbst übergehen, wollen wir bei der Betrachtung des *Saatgutes und seiner Bewertung* stehenbleiben. Diese Frage bietet in ihrer Anwendung auf die Rübe einige besondere Schwierigkeiten. In jedem Knäuel der zusammengewachsenen Früchte befinden sich mehrere (1—6) Samen, am häufigsten 2 oder 3. Deswegen ist hier der Begriff der Keimfähigkeit kein genauer Ausdruck, weil wir, wenn wir 100 Knäuel abzählen, nicht wissen, wieviel Samen wir tatsächlich nehmen. Das Herauslösen der Samen aus ihrer Hülle aber ist mit riesigen Schwierigkeiten verbunden. Die Keimfähigkeit wird hier nur bedingt festgestellt, wobei man in verschiedenen Fällen einen verschiedenen Maßstab anwendet. So kann man entweder die Zahl der Keime auf 100 Knäuel zählen; sie wird natürlich größer als 100 sein und die normale Keimfähigkeit wird durch die Zahl 150—170% ausgedrückt. Oder man zählt die Knäuel, die gekeimt sind, ohne die Zahl der Keime an jedem Knäuel besonders zu berücksichtigen; dann erhalten wir für die Keimfähigkeit die Werte 80—85%, die auch nicht mit dem gewöhnlichen Begriff der Keimfähigkeit übereinstimmen. Schließlich bestimmt man die Zahl der Keime, die man von einem bestimmten Gewicht der „Samen" (Knäuel) erhalten hat, z. B. 70—80 Keime auf 1 g oder 75000 auf 1 kg Knäuel. Früher herrschte nur die Bewertung nach dem ersten Verfahren vor, dann trat an die erste Stelle die 3. Methode (Gewichtsprozent). Jetzt dagegen greift man zu komplizierteren Normen, die eine ganze Zahl von Merkmalen berücksichtigen. Bei der Bewertung nach der Zahl der Keime auf 100 Knäuel erhalten die großen Knäuel die höchste Bewertung, weil sie die meisten Samen enthalten. Diese Samen sind durchschnittlich in großen Knäueln größer als die in kleinen, so kann man also durch die Auslese der Knäuel im gewissen Grade auch eine Auslese der Samen ausüben. Dies ergibt sich aus folgenden Mitteilungen von KRÜGER, der die Knäuel in 4 Gruppen einteilte und das tatsächliche Gewicht der Samen, die in ihnen enthalten waren, in Gramm bestimmte:

	1. Gruppe g	2. Gruppe g	3. Gruppe g	4. Gruppe g
Gewicht von 100 Knäuel . . .	5,756	4,170	3,056	0,968
Mittl. Gewicht von 100 Samen .	0,435	0,385	0,338	0,177

Kleine Knäuel enthalten auch kleine Samen, die dazu auch noch eine geringere Keimfähigkeit besitzen, wie die folgende Tabelle zeigt, die sich auf 6 Knäuelgruppen bezieht:

1000 Knäuelgewicht . . . . . g	65,6	51,9	39.4	29,0	19,5	7,0
Anzahl der Keime auf 100 Knäuel (scheinbare Keimfähigkeit)	386	337	301	258	174	70
Anzahl der Keime auf 100 Samen (tatsächliche Keimfähigkeit) . . . . . %	88,5	84,2	86,2	83,7	64,8	38,9

So bewerten wir, indem wir nach der „scheinbaren Keimfähigkeit" urteilen, mit einer gewissen Annäherung sowohl die tatsächliche Keimfähigkeit als auch das absolute Samengewicht, das auf die Triebkraft einwirken muß und folglich auch auf den Ertrag.

Die entschiedensten Verteidiger der 3. (Gewichts-) Methode weisen (nach ihrer Meinung) auf folgende Fehler der erwähnten Methode hin: Wenn wir nachprüfen, wieviel Keime 1 kg Knäuel verschiedener Größe ausbildet, so stellt sich heraus, daß, je kleiner die Knäuel sind, sich um so mehr Keime ergeben, deren Zahl auf 1 kg für die obengenannten 6 Gruppen mit abnehmendem Gewicht folgendermaßen steigt:

58849, 64892, 76927, 88994, 89047, 99857.

Weil die Zuckerrübensamen nach Gewicht gekauft werden, so ist jeder Keim in großen Knäueln teurer als in kleinen oder, mit anderen Worten, man braucht je Hektar nach ihrem Gewicht weniger kleine Samen drillen; folglich wird die Saat billiger. Dies war das Argument der Anhänger der Bewertung nach Gewicht, weswegen den „Samen" die beste Zensur gegeben werden sollte, die von einer Gewichtseinheit mehr Keime liefern, d. h. den kleineren. Diese Methode wurde durch die Annahme unterstützt, daß bei dem Rübenbau eine geringe Größe des Saatgutes nicht die schädliche Wirkung auf die nachfolgende Entwicklung ausübt, wie es bei der Erbse, den Getreidearten usw. der Fall ist. Die Erfahrung wirft aber diese Annahme um. Die kleinen Knäuel besitzen eine geringere Wachstumsenergie, sie bilden schwächliche Keimpflanzen und sind gegen Dürre, gegen Wurzelbrand u. a. ungünstige Verhältnisse weniger widerstandsfähig. Deswegen kann uns die größere Billigkeit der Keime in den kleineren Samen nicht zwingen, sie zu bevorzugen. Es kann sich hier nur darum handeln, wie weit man in der Sortierung der Samen gehen und welche Normen man für die Größe aufstellen soll, was auf Grund von Versuchszahlen, die übereinstimmend für die Notwendigkeit der Entfernung der kleinen Knäuel aus dem Saatgut sprechen, gelöst werden muß. Diejenigen Knäuel, die durch ein 2 mm-Sieb hindurchfallen, werden nicht als Saatgut bezeichnet; sie werden zu den Beimischungen gerechnet, die das zu untersuchende Muster verunreinigen. Wie die Knäuelgröße der niederen Grade die nachfolgende Entwicklung der Pflanzen beeinflußt, zeigen z. B. die Mitteilungen des Versuchsfeldes in Derebtschino für die Jahre 1895—1897.

	1895		1896		1897	
	Knäuelzahl je g	Ernte dz/ha	Knäuelzahl je g	Ernte dz/ha	Knäuelzahl je g	Ernte dz/ha
Große Samen	20	270	24	242	32	217
Kleine Samen	60	289	57	203	47	178

Diese 3jährigen Versuche ergaben hier übereinstimmende Ergebnisse, die *zugunsten des großen Saatgutes* sprachen. Dieselben Angaben ersieht man auch aus den Berichten der Agronomentagungen auf dem Gute von Charitonenko[1]. Es ist deshalb verständlich, daß die kleinen Knäuel, z. B. kleiner als 2 mm im Durchschnitt[2], zusammen mit den unreinen Bestandteilen aus dem Saatgut entfernt werden müssen. Für die Bewertung der anderen Größenstufen kann man vorläufig noch schwer bestimmte Angaben machen. Viele begnügen sich mit der Forderung einer Mittelgröße; es wurde darauf hingewiesen, daß sehr große Knäuel bei unerwünschten Methoden der Samengewinnung entstehen, und zwar aus kleinen Stecklingen, wovon weiter unten die Rede sein wird. Es muß allerdings bemerkt werden, daß der Unterschied in der Samengröße die Entwicklung der Pflanzen und die Erträge auf den ärmeren Böden stärker beeinflußt als auf reichen Böden, welche die junge Pflanze reichhaltiger mit Nährstoffen versorgen können.

Es besteht eine ganze Reihe von Versuchen, zur Bewertung der Rübensamen *ständige Normen* zu schaffen, wie die *„Wiener"*, *„Magdeburger"*, *„Warschauer"* und *„Kijewer" Normen*. In diesen Normen wird außer einer begrenzten Menge anderweitiger Beimischungen (3—5 %) und Feuchtigkeit (14—15 %) noch eine Mindestzahl von Keimen aus 1 kg (in verschiedenen Normen 70—80000 Keime), die Zahl keimfähiger Knäuel (75—80 %) und oft die Zahl der Keime (nicht weniger als 150) auf 100 Knäuel angegeben, wobei zur Korrektur der Abweichung in Richtung zu kleiner Knäuel ergänzend hinzugefügt wird, daß auf 1 g nicht mehr als 35—45 Knäuel entfallen dürfen. Außer der Keimfähigkeit wird auch noch der *Keimenergie* große Aufmerksamkeit geschenkt, indem man z. B. verlangt, daß in 6 Tagen nicht weniger als 65 % der Gesamtzahl der Keime gekeimt haben müssen usw. Statt der Aufstellung solcher ständiger Normen hat HERLES *bewegliche Normen* vorgeschlagen. Weil die erforderliche Zahl der Keime von 1 kg Samen nicht gleich ist und von der Größe des Saatgutes abhängt, so schlägt HERLES vor, diese Zahl durch die Formel $K_2 = K_1 + 20000$ auszudrücken, in der K_2 die Zahl der Keime, K_1 dagegen die Zahl der Knäuel auf 1 kg angibt. Dabei wird offenbar von kleinen Knäueln eine größere Zahl von Keimen verlangt als von den großen. Das allgemeine Auflaufprozent wird ebenfalls verschieden sein usw., weil es dem Prinzip folgt, alle Bestimmungselemente, die auf der Keimung basieren, als Funktionen der Samengröße anzusehen; deswegen können diese nicht mit ständigen und bestimmten Zahlen angegeben werden[3].

Nach den Normen, die jetzt in Deutschland angenommen sind, ändern sich die Forderungen an die Keimfähigkeit je nach der Knäuelgröße folgendermaßen:

	I. große	II. mittlere	III. kleine
Zahl der Keime je Kilogramm nach 14 Tagen	60000	65000	70000
Prozent der gekeimten Knäuel	80	75	70

Gruppe I nicht mehr als 40 Knäuel auf 1 g, Gruppe II von 41—50, Gruppe III von 51 und mehr Knäuel auf 1 g.

[1] Von den späteren Arbeiten siehe SADLER: Die Wirkung des Gewichtes der Rübenknäuel auf ihre Keimfähigkeit (Kijew 1913). — Ebenso NESTEROW: Arb. d. Netzes 33 (1915).

[2] In Deutschland begnügt man sich bei den jetzigen Normen mit einem Sieb von 2 mm. Früher wurde ein Sieb von 3 mm verlangt.

[3] Siehe die Aufsätze von BONDYREW u. KARLSON: Ber. d. Kijewer Abt. d. russ. techn. Ges. 1898. — Ebenfalls von PELLET: Z. Zuckerind. 1906. — SCRIBAUX: Ebenda 1907. — KUDELKA: Ebenda 1905. — PAWLOWSKY: Ebenda 1907. — SADLER: Ebenda 1915. — PAWLEMKO: Ebenda 1916 u. a. — Übersicht und Zusammenfassung siehe bei GRÜNER: Saatzucht 1927.

Die Farbe guter Rübensamen muß verhältnismäßig hell sein, gelblichbraun. Es ist schlechter, wenn die Samen braun sind und noch schlechter, wenn sie schmutziggrün sind, weil dies auf eine unvollständige Reife hindeutet. Dabei ist die Keimfähigkeit nicht hoch, die Keimenergie klein und die Keime bleiben schwach.

Die *Keimfähigkeit* der Rübensamen *sinkt* wie bei allen anderen Pflanzen mit dem Alter. Dieses Nachlassen erfolgt jedoch anfangs nicht besonders schnell, was z. B. aus folgenden Versuchszahlen von MAREK, der Samen aufbewahrte und ihre Keimfähigkeit nach verschiedenen Jahren bestimmte, ersichtlich ist:

Alter Jahre	Zahl der Keime		Alter Jahre	Zahl der Keime	
	aus 100 Knäuel	aus 5 g		aus 100 Knäuel	aus 5 g
9	19	45	3	115	249
7	87	136	2	119	256
6	89	133	1	141	315
5	87	179	1	151	—
4	129	295			

Nach MAREK unterscheiden sich die Samen bei guter Aufbewahrung während der ersten 4 Jahre wenig voneinander. In der Tat erfolgt natürlich auch im Laufe von 4 Jahren ein gewisses Sinken der Keimfähigkeit. Es wird aber durch die Schwankungen verdeckt, die durch die Erträge der verschiedenen Jahre je nach dem Reifegrad, nach den Ernteverhältnissen usw., die sehr die Keimfähigkeit der Samen des betreffenden Jahres beeinflussen, hervorgerufen werden. NOBBE nimmt an, daß Rübensamen ihre Keimfähigkeit im Laufe der ersten 3 Jahre vollkommen behalten. Recht ausschlaggebend ist dabei die Feuchtigkeit, welche die Samen während ihrer Aufbewahrung besitzen. Je trockner sie sind, um so länger behalten sie ihre Keimfähigkeit und umgekehrt.

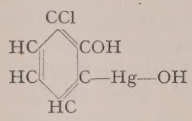
Zum Anquellen vor der *Keimung* brauchen die Rübensamen sehr viel *Wasser*. Während sich die Getreidesamen z. B. mit 50 % Wasser ihres Gewichtes begnügen, beobachten wir bei den Rübensamen ein Aufsaugen von 120—160 % Wasser, bevor der Same zu keimen beginnt; dies hängt von der großen Masse an holzigen Samenschalen ab, welche die Samen umgeben. Es ist eine gewisse Zeit erforderlich, bis diese Schalen, nachdem sie angequollen sind, Wasser an die Samen abgeben. Deswegen verlangt die Rübe in trockenen Gegenden eine frühe Einsaat, nicht selten mit vorhergehendem Anquellen der Samen zur Beschleunigung des sich langsam abspielenden Quellprozesses und der darauffolgenden Keimung. Jedoch wendet man das Vorquellen heute seltener als früher wegen des hohen Bedarfes an Arbeit und Aufmerksamkeit und wegen der schwankenden Ergebnisse dieser Maßnahme an.

Das Vorquellen der Samen wird öfters in Böhmen, Ungarn und Rußland ausgeübt, d. h. in Ländern mit kontinentalerem Klima als es Frankreich, Belgien und Westdeutschland aufweisen.

Das Vorquellen der Samen muß jedoch mit einer gewissen Vorsicht geschehen; zwar müssen die Samen anquellen, aber sie dürfen keine Keime ausbilden, die zum Teil bei der Saat abgebrochen werden können. Dadurch würde man beim Vorquellen statt Nutzen nur Schaden anrichten. Ferner dürfen die feuchten Samen sich nicht in den Haufen erwärmen, die Möglichkeit einer Keimfähigkeitsminderung ist damit verbunden; ebenso dürfen sie nicht unter Wasserüberfluß und unter zu geringem Lufzutritt leiden. Das Vorquellen muß rechtzeitig begonnen und je nach den täglichen Aussaatmengen in entsprechender Menge ausgeführt werden, um während der ganzen Bestellungszeit täglich Saatgut zu haben, das in gleicher Weise vorbereitet worden ist. Dabei werden die Samen, die in flachen, an Beete erinnernden Haufen aufgeschichtet werden, nicht auf einmal mit Wasser benetzt, sondern zu wiederholten Malen; so wird auf jeden Fall ein Wasserüberschuß vermieden. Die notwendige Wassermenge wird manchmal nur ungefähr innegehalten (beim Zusammendrücken einer Hand voll Samen darf kein Wasser heraustropfen) oder aber, was viel besser ist, sie

wird dadurch reguliert, daß sie immer abgemessen wird; z. B. gibt man die erste Wassergabe in einer Menge von 50 % des Samengewichtes, die zweite (nach 24 oder nach 48 Stunden) zu 25 % und die dritte in einer Menge von 10—15 %, je nach Bedarf. Die angefeuchteten und durchgemischten Samen werden eine Zeitlang in einem höheren spitzen Haufen aufgeschichtet, der mit einer luftdurchlässigen Decke (kein wasserdichtes imprägniertes Segeltuch) zugedeckt wird; hierbei wird die Temperatur beobachtet. Steigt diese bis 15—17° C, so wird der Haufen wieder in ein flaches Beet ausgebreitet, die Samen werden innerhalb von 24 Stunden zu wiederholten Malen umgeschaufelt, wobei die Höhe der Schicht je nach der Temperatur von 9—26 cm schwankt. Ein solches Vorquellen kann je nach der Temperatur 10—12 Tage dauern. Man nimmt an, daß die Summe der Tag- und Nachttemperaturen im Laufe des Vorquellens (nach der Messung im Haufen) 125—150° C erreichen muß. Außer dem Vorquellen mit kaltem Wasser wurde wiederholt vorgeschlagen, auch mit verschiedenen anderen Flüssigkeiten zu benetzen, teils um die Samen zu desinfizieren, teils aber um die Keimung zu beschleunigen. Hierher gehört das Vorquellen mit bis zu 53° C angewärmtem Wasser (Jensen), in gelöstem schwefelsaurem Magnesium (Kühn), in Karbolsäure (Hellriegel), Quecksilberchlorid, Kupfervitriol mit Kalk und sogar in Schwefelsäure (Hiltner). Es stellte sich heraus, daß die Rübensamen eine halbstündige Bearbeitung selbst mit einer starken Säure, die nachher mit Wasser und Kalkmilch abgewaschen wird, vertragen. Dabei zerstört die Säure einen Teil der äußeren Hüllen, so daß glatte, schwarze Knäuel entstehen, die gut trocknen und bequem zu drillen sind. Außer der Vernichtung der Pilzsporen wird dabei nach Hiltner eine gewisse Steigerung der Keimfähigkeit infolge der Verminderung der Stärke der äußeren Schalen erreicht.

In letzter Zeit werden in Deutschland zum Beizen nicht selten verschiedene *Quecksilberpräparate* verwendet, die infolge ihrer komplizierten Zusammensetzung empirische Namen haben, z. B. „Uspulun", dessen wirksamer Hauptbestandteil das Chlorphenolquecksilber mit folgender Strukturformel ist:



Das Uspulun wird zur Naß- und Trockenbeize verwendet (die letztere ist unter Umständen weniger wirksam). Ihm wird außer einer desinfizierenden Wirkung auch noch die Rolle eines die Keimenergie stimulierenden Mittels zugeschrieben. An erster Stelle steht aber offenbar die Beizung zur Vernichtung der krankheitserregenden Pilze, wie des „Wurzelbrandes" u. a. (siehe weiter unten, wo von den Krankheiten und Beschädigungen die Rede sein wird).

Außer der Feuchtigkeit spielt bei der Keimung die *Temperatur* eine wesentliche Rolle. Nach Sachs beginnen die Rübensamen bei 9° C zu keimen, nach Haberlandt erfolgt die Keimung auch bei niedrigeren Temperaturen, jedoch sind die Samen bei einem derart langsamen Keimungsvorgang einem Pilzbefall stärker ausgesetzt. Nach Haberlandt dagegen sind die ersten Anzeichen des Wurzeldurchbruches bei 18,5° C nach $3^3/_4$ Tagen, bei 15,6° C ebenfalls nach $3^3/_4$ Tagen, bei 10,5° C nach 9 Tagen und bei 4,6° C nach 22 Tagen zu sehen. Bei 12,5—15° C ist die Keimung nach 12—14 Tagen beendet. Man sagt oft, daß man mit der Rübensaat beginnen kann, wenn die Bodentemperatur 6° C erreicht hat. Jedoch muß in unserem Klima, bei der Kürze des Frühjahrs, die Saatzeit eher durch den Feuchtigkeitszustand des Bodens, der schnell abnimmt, und durch eine mehr oder weniger große Sicherheit im Eintreten einer frostlosen Periode bestimmt werden, weil die Rübenkeime gegen Frühfröste sehr empfindlich sind. Außer der Gefahr eines direkten Absterbens der jungen Triebe rufen die Fröste auch noch die Neigung zum „*Schossen*", d. h. zur Stengelbildung im ersten Jahre hervor. In den verschiedenen Breiten fällt die Zeit der Rübensaat naturgemäß in verschiedene Zeitabschnitte. In dem mittleren Schwarzerdegouvernement ungefähr in die Mitte des Aprils, im Südwesten in den Anfang des Aprils oder sogar Ende März. Späte Saaten bringen an sich geringere Erträge bei geringerem Zuckergehalt und leiden mehr unter verschiedenen Schädlingen als Saaten, die rechtzeitig bestellt worden sind.

Der geringe Nährstoffvorrat in den Rübensamen bedingt eine verhältnismäßige Schwäche der Keime und eine gewisse Empfindlichkeit gegen die *Tiefe der Einsaat.* In den Versuchen von Wollny hatte die Erhöhung der Saattiefe über 2,5 cm hinaus stets ein Sinken des Prozentsatzes der aufgelaufenen Pflanzen zur Folge; in der Praxis jedoch muß man diese Grenze überschreiten, weil in den oberen Schichten keine genügende Feuchtigkeit vorhanden ist. Bei uns wird eine Saattiefe von 2,5—4 cm als normal angesehen, was vielleicht damit in Verbindung steht, daß die Schwarzerdeböden eine größere Porosität und Unveränderlichkeit ihrer Struktur aufweisen; deshalb ist auf ihnen ein tieferes Säen, das durch die Sorge um die Feuchtigkeitsersparnis im Boden hervorgerufen wird, ohne schädliche Folgen möglich. Braucht man Feuchtigkeitsmangel im Boden nicht zu befürchten, so ist eine flachere Unterbringung vorzuziehen.

Der geringe Nährstoffvorrat im Samen und die daraus folgende Empfindlichkeit der zarten Rübenkeime gegen eine tiefe Unterbringung zwingt uns, für eine *sorgfältige Bodenbearbeitung* zu sorgen. Im Frühjahr, sowie es die Abtrocknung des Bodens gestattet, wird mit dem Eggen und Schleifen begonnen; wenn es notwendig ist, wird auch der Kultivator oder der Schälpflug bei großer Verunkrautung oder, wenn der Boden zu fest geworden ist, gebraucht.

Von den 3 *Saatmethoden*: *Breit-*, *Reihen-* und *Dibbelsaat* kann man bei Rüben als Hackfrucht nur 2 Methoden anwenden: Die Drill- und Dibbelsaat. Bei der *Dibbelsaat* sind 2—2,5mal weniger Samen erforderlich als bei der Drillsaat, was bei den hohen Preisen der Zuckerrübensamen nicht bedeutungslos ist. Es wird eine große Regelmäßigkeit in der Pflanzenverteilung erzielt. Ist der Boden verkrustet, so können die Pflanzen, die in einem Häufchen zusammenstehen, mit gemeinsamen Kräften die Kruste besser heben und nach außen gelangen als Pflanzen, die in einer Linie verteilt stehen. Trotzdem wird die Dibbelsaat seltener ausgeübt als die *Drillsaat*, bei der einige der Dibbelsaat eigentümliche Nachteile vermieden werden, die darin bestehen, daß sich die Pflanzen eines jeden Horstes gegeneinander in der Ausnutzung der Feuchtigkeit und der mineralischen Nährstoffe beeinträchtigen, so daß sie infolgedessen lange Zeit schwach und zart bleiben, während bei der Drillmethode die stärker belichteten und weniger eingeengten Pflanzen schnell erstarken und aus dem Stadium herauskommen, in dem sie der Beschädigung durch Parasiten, vor allem durch Erdflöhe, am meisten ausgesetzt sind. Das Verziehen ist bei dieser Methode ebenfalls leichter, auch ist die Gefahr einer Beschädigung der stehenbleibenden Pflanzen infolge der geringeren Verflechtung der einzelnen Pflanzen miteinander bei der Drillsaat geringer.

Es ist aber möglich, die Vorteile der Drillmethode auszunutzen und gleichzeitig eine Ersparnis an Samen zu erreichen, wenn man die „Punktier"-methode anwendet (unterbrochene Saatmethode), die durch eine entsprechende Einrichtung der Drillmaschine erreicht wird[1].

Was die *Saatdichte* anlangt, so muß man hier zum Unterschied von anderen Wurzelfrüchten mit einer Wirkung der Standdichte der Pflanzen nicht nur auf die Erträge, sondern auch auf den Zuckergehalt der Wurzeln rechnen. Diese Dichte wird nicht nur durch das Drillen sondern auch durch das nachfolgende Verziehen der Reihen bedingt. Hier wollen wir aber diese Frage in allgemeiner Form betrachten, um nicht noch einmal zu ihr zurückkehren zu müssen. Die Erfahrung lehrt, daß die Wurzeln um so größer werden, je größer ihre Standräume sind (bis zu einem gewissen Grade natürlich). Die steigende Größe der Wurzel

[1] Siehe die Aufsätze von I. V. Jakuschkin in Bull. Nr 4 des S. S. U. Zuckertrustes.

aber kann auf den Zuckergehalt ungünstig einwirken, wenn sie auch ein Steigen der Gesamternte herbeiführt. Daher die allgemeine Regel, nach der die Zwischenräume zwischen den einzelnen Pflanzen um so größer sein müssen, je fruchtbarer der Boden ist; für die Zuckerrübe erfährt diese Regel allerdings eine Einschränkung: Ist der Boden zu „geil", so muß man umgekehrt die Saatdichte erhöhen, um nicht zu große und zuckerarme Wurzeln zu ernten. Die Bestrebung, die Zwischenräume zu verringern, um kleinere, aber zuckerhaltigere Wurzeln zu erhalten, findet andererseits ebenfalls eine Beschränkung dadurch, daß von einer bestimmten unteren Grenze der Zwischenräume der Zuckergehalt nicht mehr steigt, sondern sogar sinken kann. Außerdem kann das Überschreiten dieser Grenze eine derartige Ertragsminderung herbeiführen, daß sie selbst durch erhöhten Zuckergehalt nicht mehr bezahlt gemacht wird. Als Kriterium muß hier offenbar die Erzielung der größten Zuckerernte vom Hektar angesehen werden; d. h. man muß sich nicht nach dem Ertrag und nicht nach dem Zuckergehalt im einzelnen richten, sondern nach dem Produkt dieser beiden Größen, der *Zuckerernte*, für welche das Optimum irgendwo in der Mitte zwischen der Standdichte, welche die größten Massenerträge (bei großen Wurzeln) liefert, und einer anderen Dichte liegt, die den höchsten Zuckergehalt in den Wurzeln (bei kleineren Wurzeln) bringt. Die Lage dieses Optimums wie auch die Lage der anderen beiden genannten Punkte kann nicht ein für allemal angegeben werden; sie verschiebt sich natürlich je nach den Boden- und klimatischen Verhältnissen in gewissem Grade und kann nur durch örtliche Versuche festgestellt werden. Wie oben erwähnt wurde, brauchen wir in unserem Schwarzerdegebiet zu große Wurzeln und den damit verbundenen zu geringen Zuckergehalt nicht zu befürchten. Deswegen muß man annehmen, daß bei uns diese drei genannten Punkte (auf einer imaginären Linie, längs der die Fälle der verschiedenen Standdichten in absteigender Ordnung angeordnet sind) näher aneinanderliegen werden als unter westeuropäischen Verhältnissen. Jedenfalls fällt bei uns der Zuckergehalt bei dem größten Massenertrag nicht so bedeutend. Es folgt ein Beispiel der Wirkung verschiedener Entfernungen in der Reihe bei gleichbleibendem Reihenabstand (35 cm): es bezieht sich auf das Gouvernement Charkow (auf die Güter von Charitonenko):

	Die Entfernung zwischen den Pflanzen betrug:				
	18 cm	22 cm	26 cm	31 cm	35 cm
Wurzelertrag . . . . . dz	168	201	205	195	199
Zucker . . . . . %	20,1	19,2	19,2	19,2	18,4
Zuckerertrag . . . . . dz	35,7	38,7	39,5	37,5	36,6

Wenn hier auch ein Sinken des Zuckergehaltes mit steigender Entfernung beobachtet wird, so tritt dies doch nicht so kraß in Erscheinung und die größte Massenernte fällt mit dem höchsten Zuckerertrag je Hektar zusammen, was man natürlich bei weitem nicht immer erwarten darf. Bei einer solchen gegenseitigen Annäherung dieser beiden Maxima in unserem Schwarzerdegebiet brauchen wir die in Westeuropa übliche Regel seltener anzuwenden: Je fruchtbarer der Boden ist, desto dichter muß man die Rüben drillen, um die Bildung großer und zuckerarmer Wurzeln zu vermeiden. Eher umgekehrt müssen wir eine größere Reihenweite auf ärmeren Böden vermeiden, weil hier die schwach entwickelten Pflanzen die ihnen zugedachte Bodenfläche nicht ausnutzen. Sie bleiben klein und man erhält geringe Erträge. Erlauben die Bodeneigenschaften den Pflanzen, ihr Gewicht je nach der Vergrößerung des Standraumes (Ernährungsfläche) ohne merkliches Sinken des Zuckergehaltes zu vergrößern, so sind Fälle möglich, in denen die Entfernungen auf Menge und Qualität der

Ernte nicht stark einwirken. Als Beispiel dafür, wie die Rüben durch ihre Entwicklung manchmal die Standdichte bezahlt machen und fast gleiche Erträge bei recht verschiedenen Entfernungen liefern können, soll folgender Versuch für dieselbe Gegend dienen:

Entfernung in der Reihe cm	Wurzelgewicht	Zucker %	Reinheitskoeffizient	Wurzelertrag dz/ha
13	290	16,5	86,1	310
18	489	16,7	86,0	307
22	560	16,5	86,6	305
26	618	16,5	86,0	306
31	663	16,2	85,7	312
35	840	15,9	85,5	317

Hier wechselte das Wurzelgewicht stark, indem es mit der Entfernung anstieg; daher trat auf Grund der Bodenfruchtbarkeit keine Behinderung ein. Infolgedessen sind die Unterschiede in der Ernte unbedeutend. Der Zuckergehalt fällt bis zu der Entfernung von 26 cm ebenfalls wenig; bei größeren Entfernungen tritt allerdings sein Sinken stärker in Erscheinung. Übrigens ist es bei ähnlichen Ergebnissen doch nicht gleich, ob man dieselbe Masse in Form einer größeren Zahl kleiner oder einer kleineren Zahl großer Wurzeln erhält, weil im 2. Fall das Graben und das Reinigen erleichtert wird, eine Gewichtseinheit eine geringere Wurzeloberfläche besitzt und folglich zur Fabrik mit derselben Rübenmenge weniger Schmutz gebracht wird. Die Verdunstungsoberfläche ist bei großen Wurzeln ebenfalls geringer, was für die Aufbewahrung nicht ohne Bedeutung ist. Dies alles kann uns zwingen, bei sonst gleichen Verhältnissen die verhältnismäßig größeren Wurzeln vorzuziehen.

Es muß bemerkt werden, daß die tatsächliche Wurzelzahl bei der Ernte gewöhnlich bedeutend niedriger ausfällt als die Zahl, die auf Grund der Standdichte ausgerechnet worden ist, weil ein natürliches „Vereinzeln" stattfindet, besonders bei geringen Entfernungen[1].

In anderen Fällen kommen die Unterschiede deutlicher zum Ausdruck je nach den Bodeneigenschaften, die es den Pflanzen nicht gestatten, sich so weit anzupassen, daß sie große Abstände ohne Sinken des Ertrages kompensieren oder weil der Zuckergehalt mit dem Vereinzeln doch stärker sinkt als im erwähnten Fall. Wir führen noch einen Versuch an (N. A. Zyganenko), der ebenfalls wie der vorhergehende auf den Gütern von Charitonenko angestellt wurde und dessen Ergebnisse man als charakteristisch ansehen darf:

Entfernung i. d. Reihe bei 35cm Reihenabstand cm	Wurzelgewicht g	Ertrag je Hektar dz	Zucker %	Zuckerertrag	Reinheitskoeffizient	Technischer Wert
9	143	135	16,7	22,5	85,8	14,3
13	167	167	16,7	27,8	85,8	14,3
18	218	202	16,4	33,2	84,0	13,6
22	243	223	16,3	36,5	—	—
26	270	237	16,0	38,0	84,3	13,4
31	350	252	15,0	40,0	83,9	13,3
35	447	253	15,4	39,0	82,2	12,3
40	447	235	15,1	36,2	81,7	12,3

Hier steigt das Wurzelgewicht bis zu 35 cm Entfernung einschließlich, indem es nur bis zum Gewicht von 400 g ansteigt, um weiter auf gleicher Höhe zu bleiben. Offenbar müssen die Erträge bei größeren Entfernungen infolge der Verringerung der Wurzelzahl sinken. Der Zuckergehalt weist auch eine, wenn

[1] Siehe die Versuche des Verfassers auf dem Gute von Gardenin: Nachr. d. Akad. in Petrowsko-Rasumowskoje 1891; ebenfalls die späteren Angaben des „Netzes" u. a.

auch nicht kraß ausgedrückte, so doch ständige Neigung zum Sinken auf, so daß der höchste Zuckerertrag bereits auf die Entfernung von 31 cm entfällt.

Die angeführten Beispiele sollen nur zur Erläuterung dienen, wodurch die eine oder andere Wirkung der Veränderung der Entfernungen gezeigt wird. Die Entfernungen selbst müssen in den verschiedenen Fällen durch einen örtlichen Versuch festgestellt werden. Hier kann man nur *ungefähre Durchschnittswerte* angeben, und zwar: Reihenabstand 40—45 cm, Entfernung in der Reihe 22—26 cm.

In letzter Zeit wird die alte Frage über die beste Standweite in Westeuropa erneut einer Prüfung unterzogen unter der Einwirkung der Notwendigkeit, die Pflege der Rüben stärker zu mechanisieren. Bei dem gegenwärtigen Stand der Technik wird z. B. in der Tschechoslowakei die Menge der Handarbeit je Hektar bei der Zuckerrübenkultur im Vergleich mit anderen Kulturen durch folgende Zahlen angegeben:

Futterpflanzen . .	13—24 Tage	Kartoffeln . .	57 Tage
Getreide	22—31 „	Rüben	85 „

Die Verteuerung der Arbeitskraft und die Notwendigkeit der Mechanisierung macht sich infolgedessen vor allem im Rübenbau bemerkbar. Den Ersatz der Handhacke durch die Pferdehacke kann man aber bei breitem Rübenabstand besser und ausgiebiger anwenden als bei engem Rübenabstand. Außer der veränderten Wirtschaftslage sah man einen Grund zu der erneuten Prüfung dieser Frage in der veränderten Technik der Düngung und in den veränderten Eigenschaften der Rübe selbst unter der Einwirkung der Züchtung. Von 42 Versuchen, die im Jahre 1922 in den verschiedenen Teilen Deutschlands über den Wurzelertrag angestellt worden sind, sprachen 17 zugunsten der Reihenentfernung von 40 cm (bei 28 cm Entfernung in der Reihe), 22 zugunsten von 50 cm und 3 — zugunsten von 60 cm. Nach dem Zuckergehalt sprachen 19 Versuche für 40 cm, 11 für 50 cm und 10 für 60 cm. Die größte Zuckerernte war in 20 Fällen bei 40 cm, in 19 Fällen bei 50 cm und nur in 1 Fall bei 60 cm zu verzeichnen. Im selben Jahre 1922 wurden ähnliche Versuche in Mähren angestellt. Hier folgen die Durchschnittsergebnisse für eine der zuckerreichsten Sorten:

	Reihenentfernung			
	40 cm	45 cm	50 cm	60 cm
Zahl der Pflanzen je Hektar . .	100000	88900	80000	56700
Wurzelertrag . . . . . .dz	360,0	348,0	319,0	306,0
Zucker . . . . . .%	19,0	19,8	19,8	19,4
Zuckerertrag . . . . . .dz	71,2	68,7	63,0	59,0

Bei den großen Entfernungen trat die Reife später ein, weil jeder Pflanze mehr Feuchtigkeit und Nitrate zur Verfügung standen. Daher müßte man eigentlich die weiter gedrillten Pflanzen später ernten. Es waren also die Entfernungen von 60 cm bereits ungünstig, jedenfalls bei den Witterungsverhältnissen im Jahre 1922. Meistenteils muß man die Auswahl zwischen 40 und 50 cm treffen (Blätter für Zuckerrübenbau 1923). Aber sogar in den Fällen, wo die Zuckerernte für die Entfernung von 40 cm spricht, können betriebstechnische Überlegungen dazu zwingen, die Entfernung von 50 cm vorzuziehen. So stören z. B. die kleinen Entfernungen den Übergang zur Pferdehacke. Die Verringerung der Entfernung bis zu 40 cm macht den Prozentsatz der Blätter, die durch die Pferdehufe beschädigt werden, zu groß, was uns dazu zwingt, schon früher zur Handhacke zu greifen. Während man bei den Entfernungen von 50 cm mit einer Handhacke auskommt und 4—5 mal mit der Hackmaschine arbeiten kann, kann man bei 40 cm die Hackmaschine nur 2 mal anwenden und muß 3—4 mal mit der Hand hacken. Daher kann das Organisationsmoment in der Frage der günstigsten Entfernung beim Rübenbau entscheidend wirken[1].

Wo man durch die Bodenverhältnisse gezwungen ist, die Saat in einer gewissen Dichte zu drillen, kann die Mechanisierung bis zu einem gewissen Grade durch die Anwendung der *doppelreihigen* Drillsaat nach Gardenin erleichtert werden. Bei dieser Methode ist immer ein Reihenpaar 26 cm voneinander entfernt. Jedes Paar dieser eng zusammenstehenden Reihen ist 53 cm voneinander entfernt. Der Vorzug dieser Methode vor der regelmäßigen Entfernung (40 cm) besteht darin, daß die breiten Zwischenreihen eine größere Möglichkeit bieten, die Pflegearbeiten (die Arbeit der Hackmaschinen) zu mechanisieren, ohne dabei die Gesamtzahl der Reihen je Hektar zu verringern. Bei der Methode von S. N. Gardenin, die zum Ziel hatte, die Pflegearbeiten im Rübenbau möglichst zu mechanisieren, war diese

[1] Siehe Näheres in den Bl. f. Zuckerrübenbau 1923, Nr 4, und den darauf folgenden.

doppelreihige Drillsaat ebenfalls mit der Anwendung einer besonderen Rübenerntemaschine verbunden, die in einem Arbeitsgang zwei zusammenstehende Rübenreihen ausgrub.

Bei einer solchen Verteilung ruft die Reihenentfernung von 53 cm kein Sinken der Erträge hervor. Z. B. wurden auf der Station Ramon im Laufe von 4 Jahren bei einer zweireihigen Saat durchschnittlich 242 dz/ha geerntet, bei gleicher Reihenentfernung 240 bis 250 dz/ha je nachdem, ob diese 35 oder 44 cm betrug. Der Arbeitsaufwand je Hektar bei den Entfernungen von 35 und 44 cm und bei der Bandsaat ändert sich wie folgt: 100 — 85 — 79 %.

Bei einer solchen Pflanzdichte entfallen auf einen Hektar ungefähr 90—108000 Pflanzen. Eine entsprechende Zahl Keimlinge erhält man aus 1,5 kg Samen mittlerer Qualität. In Wirklichkeit drillt man aber ungefähr die 20fache Samenmenge aus, was zum Teil davon abhängt, daß man es mit Knäueln zu tun hat, die keine regelmäßige Verteilung der Samen an der Oberfläche gestatten. In größerem Maße hängt es aber noch davon ab, daß man durch das Reihendrillen und das spätere Vereinzeln die Mehrzahl der Pflanzen opfert und nur wenige von ihnen übrigläßt. Deswegen muß man rund 30 kg/ha ausdrillen; in Gegenden aber, wo das Vereinzeln in hohem Maße durch Insekten oder den Wurzelbrand besorgt wird, werden 45 kg/ha und noch mehr gedrillt. Bei den hohen Preisen der Rübensamen ruft eine solche Steigerung naturgemäß bedeutende Ausgaben hervor.

Zu den obigen Ausführungen über die Methoden der Rübensaat können wir noch hinzufügen, daß außer den gewöhnlichen *Reihendrillmaschinen* verschiedener Systeme bei uns im Unterschied vom Westen oft kombinierte Drillmaschinen (*Melichar, Vielwert* u. a.) gebraucht werden, die einen doppelten Mechanismus zum gleichzeitigen Drillen von Kunstdünger und Samen besitzen. Diese kombinierte Arbeit wird scheinbar nicht ohne Verminderung der Regelmäßigkeit der Samenaussaat geleistet. Außerdem befriedigt sie nicht immer die gestellten Ansprüche, die darin bestehen, daß der Dünger tiefer als die Samen gedrillt werden muß. Nichtsdestoweniger hat das Streben nach Kunstdüngerersparnis eine Verbreitung dieser Maschinen bei uns hervorgerufen.

Dibbelmaschinen werden seltener verwendet. Das Pflanzen sowohl in Reihen als auch in Gruppen mit der Hand wird nur in bäuerlichen Wirtschaften angetroffen. Auch diese Arbeiten werden teilweise auf Kosten der Regelmäßigkeit des Auflaufs (ungleichmäßig tief untergebrachte Samen) geleistet. Auch beim Arbeiten mit der Hand wird die Zuckerrübe immer *gesät* und nicht *gepflanzt*, wie es bei der Futterrübe häufig der Fall ist, weil das Verpflanzen mit einer Beschädigung der Hauptwurzel verbunden ist. Die Hauptwurzel beginnt, sich in solchen Fällen zu verzweigen und unregelmäßige Formen anzunehmen, die das Reinigen erschweren und bei der Annahme von der Fabrik ausgeschieden werden. Aus demselben Grunde findet ebenfalls kein *Verpflanzen* auf Stellen eingegangener Pflanzen statt.

Gewöhnlich werden die Rüben in eine *gute gleichmäßige, geebnete Ackerkrume* gedrillt, die im Frühjahr mit Hilfe von Kultivatoren, Eggen und Schleifen hergestellt worden ist; mit Ausnahme einiger Spezialmethoden, die für uns keine Bedeutung besitzen, wie z. B. das *Beetverfahren* von Bertel, und mit Ausnahme der bäuerlichen Wirtschaften, in welchen eine Aussaat auf Dämmen angetroffen wird, weil durch diese Methode die Bearbeitung zwischen den Reihen durch Verwendung des Hakens verbilligt wird. Eine solche Dammkultur hat im trockenen Klima den Nachteil, daß der Boden hierbei stärker austrocknet als bei einer ebenen Anbaumethode. Nur bei Feuchtigkeitsüberfluß und auf nicht tiefgründigen Böden kann die Beetkultur vorgezogen werden.

Was die *Orientierung der Reihen* nach der Himmelsrichtung auf die Entwicklung der Rübe anlangt, so ergeben nach Marek die Reihen, die von Norden nach

Süden laufen, bessere Ergebnisse als diejenigen, die von Osten nach Westen verlaufen. Ein wesentlicher Unterschied entsteht allerdings nur beim Häufeln und bei der Dammkultur, was bei der Zuckerrübe nicht nur ungewöhnlich, sondern in trockenem Klima geradezu schädlich ist. Gewöhnlich richtet man sich bei der Auswahl der Drillrichtung nur nach der Lage und der Form des Feldstückes. Man muß bemerken, daß es selbst bei Häufelkultur auf unseren Schwarzerdeböden nicht möglich wäre, die von MAREK für Norddeutschland gefundenen Ergebnisse auszunutzen, weil MAREK die besseren Ergebnisse der Meridialrichtung durch größere Erwärmung des Bodens erklärt, was bei Königsberg ein wünschenswerter, in Südrußland dagegen ein negativer Faktor sein kann.

9. Die Pflegemaßnahmen.

Je nach dem Wetter beobachtet man den *Beginn des Auflaufens* 8—10 Tage nach der Saat, bei der Aussaat vorgequollener Samen aber und unter günstigen Verhältnissen sogar schon am 5. Tag. Umgekehrt kann bei ungünstigem Wetter und beim Säen trockener Samen eine Verzögerung von 14 und noch mehr Tagen eintreten. Auf Böden, die bei Regen zum Verschlämmen neigen und infolgedessen eine Kruste bilden, durch welche das Auflaufen der Samen gestört wird, ist man gezwungen, diese mit Eggen (natürlich ist dies nur im Anfangsstadium der Keimung und bei Verwendung leichter Eggen möglich)[1], auch mit gerieften Walzen usw. zu bekämpfen. Diese Maßnahmen erscheinen aber schon als Merkmale anormaler Kulturverhältnisse ebenso wie die Methode, die ab und zu im Auslande geübt wird, nämlich eine Beimengung von Pflanzen, die schnell keimen und den verschlämmten Boden leichter als die Rübenkeime (z. B. Hafer) durchdringen. Dies wird deswegen gemacht, um die Reihen leichter feststellen und das Hacken noch vor dem Auflaufen der Rübenpflanzen erledigen zu können.

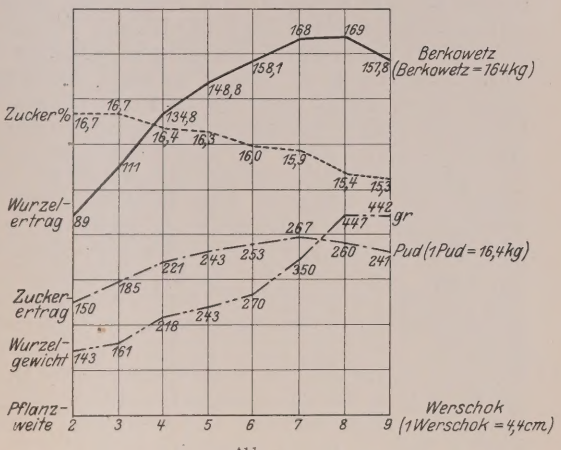


Abb. 1.
Einfluß der Pflanzweite auf Ertrag und Zuckergehalt der Rübe.

Gewöhnlich ist das *Hacken* die erste Maßnahme, die nach dem Auflaufen angewendet wird und die später wiederholt als Grundpflegemaßnahme der wachsenden Rübe Verwendung findet. Für die Böden der Waldregion empfiehlt es sich, die erste Hacke so früh wie möglich, wenn man die Drillreihen eben gerade erkennen kann, zu geben. Auf Schwarzerdeböden, die stark *porös* sind und ihre Struktur lange Zeit behalten und daher weniger dazu neigen, durch Regen zu verschlämmen, ist ein Warten von einigen Tagen oft nicht so schädlich, obgleich auch hier eine frühe Hacke klare Vorteile zeigt. Das Ziel des Hackens ist ein 3faches:

1. Die mechanische Lockerung der Oberfläche verhindert die Krustenbildung und fördert den Luftaustausch im Boden, der sowohl zum Atmen der Wurzeln

[1] Über die Anwendung der Egge bei der späteren Pflege der Rüben siehe weiter unten.

als auch zum normalen Gang der Verwitterung und der Nitrifikation im Boden, die das Ansammeln aufnehmbarer Nährstoffe fördern, notwendig ist.

2. Eine solche Lockerung spart Feuchtigkeit, indem sie die Kapillarität zerstört und die unproduktive Verdunstung der Bodenoberfläche verringert, wodurch der Pflanze größere Feuchtigkeitsmengen zur Verfügung stehen.

So wurde z. B. in den Versuchen von ESER festgestellt, daß die Verringerung der Verdunstung unter der Einwirkung des Hackens 5—6 mm Regen in einer Woche entsprach (siehe KNAUER).

Nicht umsonst wird die Wirkung des Hackens mit der Berieselung verglichen („deux binages valent un arrosage").

3. Es vernichtet die Unkräuter, die sich auf den Rübenfeldern leicht vermehren, weil der Boden locker und fruchtbar ist, und auch weil die jungen Rübenpflanzen das Feld zwischen den Reihen völlig unbeschattet lassen. Gewöhnlich wird das erstemal flacher, die folgenden Male tiefer gehackt. Teilweise deswegen (noch mehr aber auf Grund anderer Überlegungen) bedient man sich zum Hacken verschiedener Geräte, sowohl Hand- als auch Gespannvorrichtungen. Die gewöhnlichen Handhacken von verschiedener Form unterschneiden die obere Bodenschicht bei einer Bewegung zum Arbeiter hin, wobei der Arbeiter sich auf dem bereits bearbeiteten Teil des Feldes bewegt. BLOMEYER empfiehlt, rückwärts zu arbeiten, um das Festtreten des gelockerten Bodens zu vermeiden und sich dabei einer anderen Hacke zu bedienen, die durch eine Bewegung vom Arbeiter weg die Arbeit leistet. Dieses Gerät, das im Gartenbau angetroffen wird, hat in unseren Feldarbeiten keine bemerkenswerte Anwendung gefunden[1]. Außer den einfachen Hacken haben bei uns in der letzten Zeit Handhacken auf Rädern (Handhackmaschinen) eine Verbreitung gefunden, welche die Leistung der Handarbeit stark steigern und die Pflege der Rübe verbilligen. Das Hacken mit der Hand mit einer einfachen Hacke verlangt 9—11 Arbeitstage je Hektar, eine leichte Lockerung zwischen den Reihen mit Hilfe einer Hackmaschine verlangt nur 2 bis $2^1/_2$ Tage. Am häufigsten werden die „Planet"hackmaschinen angetroffen. Von den *Pferdehackmaschinen* werden im Auslande die vielreihigen Pferdehackmaschinen (z. B. von SACK) gebraucht, deren Breite der Drillmaschinenbreite entspricht. Durch die Hackmaschinen kann man die Ausgaben für die Handhackarbeit verringern. Ganz beseitigt wird diese Handarbeit aber nicht, weil sie zur Bearbeitung der Zwischenräume zwischen den Pflanzen in den Reihen notwendig ist. Das Hacken muß nach Möglichkeit bei trockenem Wetter geschehen, wobei es alle 2—3 Wochen wiederholt wird, je nach der Krustenbildung und der Verbreitung der Unkräuter. Von diesen werden auf Rübenfeldern am häufigsten angetroffen: Atriplex, Amaranthus, Setaria, Panicum crus galli, Sonchus oleraceus und arvensis, Cirsium arvense, Convolvulus arvensis u. a. Es muß bemerkt werden, daß in Deutschland die „Planet"hacken anders angewendet werden als bei uns, und zwar werden sie nicht gestoßen, sondern an sich herangezogen, um den bereits gelockerten Boden nicht wieder festzutreten.

Ebenfalls wird bei einer Handhacke das Festtreten der Reihen dadurch vermieden, daß die Arbeiterinnen an 2 Seiten eines Dreieckes, das mit der Spitze nach vorn zeigt, angestellt werden (Kranichzug), wobei jede Arbeiterin nicht die Reihe hackt, auf welcher sie sich fortbewegt, sondern die danebenliegende, weil sonst bis zu 40 % der bereits gelockerten Fläche wieder festgetreten werden kann.

Die Gesamtzahl der Anwendung der Hackarbeit darf nicht weniger als 3 betragen; gewöhnlich ist sie auch nicht höher, seltener steigt sie bis auf 5—6. Wie verschieden die Wirkung der verschiedenen Bearbeitungen mit der Hacke unter verschiedenen Verhältnissen sein kann, kann man aus folgenden Zahlen ersehen:

[1] Siehe BLOMEYER: Die Kultur der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. **2**, 129.

Anzahl der Hacken	Versuche von Knauer	Versuche der Station Derebtschino		Versuche von J. M. Shukow
		1895	1896	
	kg	dz/ha	dz/ha	dz/ha
1	15900	144	—	—
2	18200	198	—	178
3	24400	270	139	187
4	28100	286	141	196
5	29800	292	156	198

Wie auch in anderen Fällen erzielt die öftere Anwendung einer Maßnahme nach einer gewissen Anzahl einen geringeren Erfolg, der allmählich bis auf o herabsinkt. Die wirtschaftlich günstige Grenze verschiebt sich, weil sie von vielen Bedingungen abhängig ist, darunter auch von den meteorologischen Verhältnissen. In trockenen Jahren, bei kleinen Rübenerträgen und bei schlechtem Wachstum des Unkrautes wirkt eine Wiederholung der Hackarbeit weniger als in feuchten Jahren.

Nach der ersten Hacke werden die Rüben gewöhnlich *vereinzelt*; eine recht wichtige und notwendige Maßnahme, weil jede Pflanze zur vollständigen Entwicklung ganz allein stehen muß, ohne daß sie von ihren Nachbarn eingeengt wird. Dieses kann man aber nicht sofort erreichen, wie auch die Saatmethode sein mag, wegen der eigenartigen Einrichtung des Rübenknäuels, das mehrere Triebe ausbildet; von dem gewöhnlichen Reihendrillen schon ganz zu schweigen. Ein späteres Vereinzeln ist nicht nur mit unnützen Verlusten an Feuchtigkeit und Nährstoffen verbunden, sondern auch mit der Gefahr, daß die stehenbleibende Pflanze geschwächt oder direkt durch das Vereinzeln geschädigt wird. Hat man sich mit dem Vereinzeln bedeutend verspätet, so werden die Pflanzen, weil sie sich jetzt beschatten und gegenseitig in der Entwicklung hemmen, durch das Vereinzeln manchmal so geschwächt, daß die stehenbleibenden Pflanzen umfallen und nach der schroffen Veränderung der Belichtungsverhältnisse nicht gleich wieder beginnen können, sich normal zu entwickeln. Außerdem verflechten sich die Pflanzen, die lange Zeit nicht vereinzelt wurden, dermaßen miteinander, daß beim Vereinzeln eine Beschädigung der stehenbleibenden Pflanzen möglich ist. Andererseits aber, wie günstig auch das frühe Vereinzeln an und für sich ist, hüte man sich, es wegen der Frühfrostgefahr zu zeitig auszuführen, da dieses für die einzelnstehenden Pflanzen gefährlicher ist als für eine dichte Reihe. Ebenso wartet man mit dem Vereinzeln, wenn viele Insekten vorhanden sind, weil man fürchtet, sämtliche Pflanzen zu verlieren, obgleich auch ein solches Abwarten manchmal eine sehr zweischneidige Sache ist. Wie stark ein verspätetes Vereinzeln den Ertrag beeinflussen kann, kann man z. B. aus folgenden Zahlen von Shukow ersehen: 1900 betrug die Ernte im Gouvernement Charkow bei einem Vereinzeln am 19. Mai 180 dz/ha, am 28. Mai 168 dz und am 13. Juni nur 127 dz. In anderen Versuchen wird sozusagen ein gewisses Optimum beobachtet, vor oder nach welchem das Vereinzeln auf die Ernte weniger günstig einwirkte. So z. B. im Versuch von Garkuschenko, in dem von den verschiedenen Vereinzelungszeiten das am 25. Mai ausgeführte Vereinzeln am günstigsten gewirkt hatte, wobei die Ernte betrug:

Zeit des Verziehens	Zwischenräume der Pflanzen				
	18 cm dz	22 cm dz	26 cm dz	31 cm dz	35 cm dz
18. Mai	172	174	171	166	150
25. Mai	176	180	178	151	153
1. Juni	166	168	166	147	148
8. Juni	151	153	146	140	143

Es ist möglich, daß hier außer den angeführten Umständen auch noch die Auslese der stärkeren Pflanzen, die man beim Vereinzeln anstrebt und die in sehr frühen Entwicklungsstadien der Pflanzen nicht möglich ist, einwirkt.

Die Ergebnisse, die sowohl in Deutschland als auch bei uns erzielt wurden, stimmen insofern überein, als das Vereinzeln nicht später stattfinden soll, bis die Pflanzen vier richtige Blätter (außer den Samenlappen) gebildet haben. Es kann aber um so früher ausgeführt werden, je geringer die Gefahr der Vernichtung der Pflanzen durch Insekten und andere Schädlinge ist. Als Beispiel führen wir folgende Zahlen an:

	Zahlen von Knauer dz	Zahlen des Kijewer Netzes dz
Die Pflanzen bildeten:		
1. Nur die Samenlappen .	289	264
2. 1 Paar Blätter	283	279
3. 2 „ „	269	278
4. 3 „ „	233	254
5. 4 „ „	202	—

Mit dem Vereinzeln wird gewöhnlich auf den Teilen des Feldes begonnen, auf welchen die Pflanzen in ihrer Entwicklung am weitesten vorgeschritten sind (entweder infolge früher Saat, stärkerer Düngung oder größeren Feuchtigkeitsgehaltes des Bodens) und wo am ehesten das Vereinzeln infolge des dichten Standes notwendig ist.

Hier ein Beispiel aus den Versuchen von J. M. Shukow, in dem zeitlich verschiedenes Vereinzeln bei verschiedener Saatdichte untersucht wurde:

Aussaatstärke je ha . . . . . kg	20	24	28	32	36	40	44	48
Vereinzeln am 28. Mai . . . . . dz	132	150	166	180	184	184	182	183
„ „ 13. Juni . . . . . dz	124	136	147	156	160	159	153	147

Hieraus ersieht man, daß die Wirkung des Zeitpunktes des Vereinzelns bei dünner Aussaat (20 kg) nicht so bedeutend ist; bei dichter Aussaat steigt sie. Man sieht ferner, daß frühes Vereinzeln eine zu dichte Aussaat unschädlich macht.

Die *Methoden des Vereinzelns* sind verschieden. Es kann auch ausschließlich mit der Hand ausgeführt werden, wobei man manchmal besondere Maßstäbe benutzt, um die gewünschte Entfernung genau innezuhalten. Gewöhnlich empfiehlt es sich, mit der einen Hand die stehenbleibende Pflanze, nach Möglichkeit die stärkste, festzuhalten und mit der anderen die übrigen zu entfernen. Man kann auch zuerst durch einen Querschlag mit der Hacke einen Teil der Pflanzen entfernen und nur das endgültige Vereinzeln mit der Hand ausführen. Man kann endlich die Handhacke durch eine mehrreihige Pferdehacke ersetzen, die man senkrecht zu den Reihen arbeiten läßt; in eine solche Hackmaschine wird oft eine alte Drillmaschine verwandelt, an deren Trichter Halter mit wagerechten Messern angebracht werden. Als unbedingte Voraussetzung für eine solche Maschinenhacke ist ein ununterbrochener und fehlerloser Auflauf notwendig, weil sonst Zwischenräume von sehr großen Ausdehnungen entstehen können, größer als bei der Handhacke. Die Messer der Maschine müssen scharf sein und in einem gewissen spitzen Winkel zur Bewegungsrichtung stehen. Die Zwischenräume zwischen den Messern dürfen dagegen nicht zu klein sein, weil sonst eine Reihe stellenweise gänzlich herausgerissen werden kann. Der Boden darf während des Vereinzelns nicht naß sein, weil sonst die Messer zu schmieren anfangen und größere Erdmassen vor sich herschieben. Bei günstigen Verhältnissen erleichtert ein solches Querhacken die Arbeit außerordentlich, weil es eine regelmäßige Verteilung der Pflanzen liefert. Gleichzeitig erfolgt eine Lockerung eines bedeutenden Teiles der Bodenoberfläche, die teilweise das Hacken ersetzt. Das endgültige Vereinzeln aber kann mit der Hand entweder sofort oder nach einer gewissen Zeit, wenn das Querhacken früh ausgeführt worden ist, erledigt werden.

Nach dem Vereinzeln wird mit der Hand *in den Reihen* gehackt. Darauf wird zwischen den Reihen mit Pferdehackmaschinen gelockert, um ein Verkrusten des Bodens, das durch die Bewegung der Arbeiterinnen auf dem Felde eingeleitet

worden ist (diese Arbeit verlangt oft 18 und noch mehr Frauentage je Hektar) zu verhindern.

Weil das Vereinzeln als sehr eilige Arbeit anzusehen ist und stellenweise anstatt einer Pflanze zwei oder noch mehr Pflanzen stehenbleiben können, so wird bei der nachfolgenden Hacke nach 10—20 Tagen gleichzeitig eine *Kontrolle* ausgeführt, d. h. es werden alle überflüssigen Pflanzen entfernt.

Als eine mögliche Pflegemaßnahme der Wurzelfrüchte wird manchmal das *Häufeln* angesehen, das allerdings zu Zuckerrüben jetzt nicht mehr eine gewöhnliche Maßnahme darstellt. Früher nahm man an, daß das Häufeln die Entwicklung (oder richtiger das Grünwerden) des Kopfes verhindern müsse; aber bei den Zuckerrübensorten entwickelt sich der Kopf nicht über der Erde wie bei vielen Futterrüben. Auch ist das Häufeln nicht leicht durchzuführen, ohne dabei Gefahr zu laufen, das Herz beim frühen Häufeln mit Erde zuzuschütten oder aber bei einem späteren Häufeln die Blätter zu brechen. Außerdem ist das Häufeln in trockenem Klima vom Standpunkt der Feuchtigkeitsersparnis im Boden nicht wünschenswert, weil dabei die Verdunstungsoberfläche vergrößert wird. Wir führen nachfolgend die Ergebnisse der Versuche mit dem Behäufeln der Rüben an, die auf dem Versuchsfelde in Derebtschino in den Jahren 1893—95 erhalten wurden (auf ziemlich schwerem Boden):

	Ertrag		Zuckergehalt	
	mit Häufeln dz/ha	ohne Häufeln dz/ha	mit Häufeln %	ohne Häufeln %
1893 . . .	334	316	16,86	17,52
1894 . . .	207	219	16,84	17,81
1895 . . .	324	339	14,43	15,04

Wie wir sehen, wirkte das Häufeln ungünstig.

Es gibt allerdings Ausnahmefälle, in denen man zum Häufelpflug greift, um die Rüben vor der Vernichtung zu retten: z. B. bei starken Beschädigungen durch die Raupen des Wiesenzünslers (Botys oder Phlyctaenodes sticticalis), die, nachdem sie die Blätter vernichtet haben, den Kopf anzunagen beginnen. Es empfiehlt sich, in diesem Falle zu häufeln, um die Knospen vor einer Vernichtung zu schützen, da sie, wenn die Gefahr vorüber ist, wieder Blätter bilden können. Auch kommt es bei äußerster Dürre im Steppengebiet vor, daß längs der ganzen Wurzelreihe, unter gleichzeitigem Absterben der äußeren Blätter, tiefe Risse entstehen; dann zieht man es vor, diese Risse durch Häufeln zu verdecken, trotzdem dadurch die Austrocknung zwischen den Reihen verstärkt wird.

Außerdem erscheint die Anwendung des Häufelpfluges oder des Hakens als eine Zwangsmaßnahme beim Rübenbau auf Dämmen (was für das Schwarzerdegebiet nicht als zulässig angesehen werden kann). Der Zweck dieser Anwendung ist aber die Lockerung zwischen den Reihen und der Kampf mit dem Unkraut, nicht aber ein Häufeln in dem Sinne, wie es bei der Kartoffel angewendet wird.

Ein vertieftes Lockern zwischen den Reihen (auf 15 cm), aber ohne Häufeln, wird in Deutschland auf solchen Böden angewandt, die keine so gute Porosität besitzen wie unsere Schwarzerde. Man will hierdurch einen größeren Luftzutritt zu den Wurzeln herstellen. Zu diesem Zweck wird zur Pflege der Rüben die flach arbeitende Pferdehacke durch den tiefer greifenden Bodenmeißel ersetzt.

Sämtliche Pflegemaßnahmen müssen beendet sein, wenn die Blätter der Nachbarreihen sich zu schließen beginnen, weil dann die Gefahr besteht, die Blätter zu brechen. Dies kann aber auf die Zuckeransammlung ungünstig einwirken. Außerdem wird auch die Notwendigkeit der Bearbeitung zwischen den Reihen zu dieser Zeit immer geringer, weil die Rübe jetzt die Unkräuter schon allein durch die Beschattung mit ihren Blättern unterdrückt. Aus demselben Grunde wird auch die Bildung einer Bodenkruste weniger wahrscheinlich. Dringen aber doch noch einige hochstenglige Unkräuter durch die Blattdecke, so kann man sie vorsichtig mit der Hand ausreißen lassen, obgleich dazu meistenteils eine Notwendigkeit nicht besteht und das Rübenfeld bis zur Ernte sich selbst überlassen werden kann.

Als Beispiel wollen wir die gewöhnliche zeitliche Verteilung der wichtigsten Pflegemaßnahmen der Zuckerrübe anführen, die für das Gouvernement Kijew

maßgebend ist[1]. Die durchschnittliche Saatzeit ist ungefähr der 15. April; die erste Handhacke im Anfang Mai; „Pferdehacke" darauf etwa 15. Mai; Beginn des Verziehens Mitte Mai, Ende bis zum 15. Juni; zweites Hacken (nach dem Vereinzeln) Mitte Juni; Kontrolle — nach dem 20. Juni; dritte (letzte Hacke) bis zum 15. Juli. Die Beendigung des Vereinzelns zum 15. Juni, diejenige aller anderen Arbeiten bis zum 15. Juli erscheint sehr wichtig für den größten Teil des Rübenbaugebietes. Bedeutende Verspätungen können unbequem werden nicht nur infolge eines direkten Verlustes durch das Feld, sondern auch infolge der herannahenden Erntezeit des Getreides und einer Abnahme der verfügbaren Arbeitskräfte.

Die Pflege des Rübenfeldes verlangt eine große Menge an Arbeitskraft. In letzter Zeit wurde in Deutschland infolge der Verteuerung der Arbeitskräfte ein Versuch gemacht, die Handhacke auf ein Minimum herabzusetzen; die Teuerung ist dadurch hervorgerufen worden, daß die Zuwanderung polnischer Arbeiter, die vor dem Kriege sehr verbreitet war, aufgehört hat. Dieses Bestreben wurde auch durch die Notwendigkeit herbeigeführt, die Konkurrenz mit der Zuckerproduktion aus Zuckerrohr aushalten zu können.

Mit welcher Aufmerksamkeit man in Deutschland an die kleinsten technischen Einzelheiten der Arbeiten des Rübenbaues herangeht, ist aus den Arbeiten von Delille[2] ersichtlich.

Einerseits wurde vorgeschlagen, die Rüben im Kreuzverband anzubauen, in 2 Arbeitsgängen, um so eine regelmäßige Verteilung der Pflanzen im Viereck zu erhalten (an den Kreuzungspunkten der Reihen) und zwischen den Reihen mit einer Pferdehacke in 2 Richtungen zu arbeiten. Dabei wurde als Ziel gesetzt, sich nur mit einer Handhacke (gleich nach dem Vereinzeln) bei 4—5 Pferdehacken zu begnügen. Jedoch arbeitet die Pferdehacke nur gut bei Entfernungen, die nicht kleiner als 50 cm sind. Für die Mehrzahl der Böden aber ist die Verteilung der Pflanzen auf die Entfernung von 50 × 50 cm bereits mit einem merklichen Sinken der Ernte verbunden. Deswegen verdient die andere Methode einer Ersparnis an Handarbeit größere Aufmerksamkeit, und zwar die verstärkte Anwendung der *Egge* bei der Rübenpflege; nicht nur in der Zeit vor dem Auflaufen, sondern auch noch später. Zu diesem Zwecke wird empfohlen, den Boden weniger zu walzen und tiefer zu drillen als dies bis jetzt in Deutschland der Fall war, z. B. bis 4 cm auf sandigen Böden und bis 3 cm auf bindigeren Böden. Dann läßt man den Boden nach der Saat nicht verschlämmen und nicht verkrusten („man hält den Boden offen"), wobei man eine nicht tief arbeitende Egge mit enggestellten Zähnen verwendet, um die Keimlinge nicht zu beschädigen. Zur Zeit des Auflaufens wird das Eggen unterbrochen, um es wieder aufzunehmen, wenn die Pflanzen Wurzeln gefaßt haben. Dazu benutzt man schwerere Eggen, die in der Querrichtung arbeiten. Auf diese Weise gelingt es, sich ebenfalls auf eine einmalige Hacke bei 4—5 Pferdehacken zu beschränken, ohne die Entfernung zwischen den Pflanzen in der Reihe zu vergrößern. Jedoch ist das Eggen der aufgelaufenen Saat nur bei sehr guter, beinahe gemüsegartenähnlicher Kultur und bei feinster Krümelstruktur möglich, weil die Keimlinge sonst von den Erdklümpchen zerdrückt oder mit ihnen zusammen herausgerissen werden können.

10. Reife und Ernte der Zuckerrübe.

Die geschlossenen Rübenreihen beginnen sich vor der *Reife* wieder deutlicher vom Gesamtbild des Feldes abzuheben, weil die äußeren Rübenblätter allmählich gelb werden (das Chlorophyll wird zerstört); sie liegen auf der Erde und ver-

[1] Nach Mitteilungen von M. E. Philipschenko.

[2] Delille: Arbeitsweisen, Arbeitsverfahren und Leistungen beim Zuckerrübenbau. Landw. Jb. 65, 257 (1927).

trocknen. Die inneren Blätter bleiben längere Zeit grün, aber auch sie erreichen im Herbst schon nicht mehr die Größe der Blätter, die im Sommer gebildet werden. Weil das Dickenwachstum gleichzeitig mit der Zuckerablagerung vorwärtsschreitet, so fällt mit steigender Reife das Gewichtsverhältnis der Blätter zur Wurzel, indem es sich dem Verhältnis 1 : 3 nähert, wie z. B. aus folgenden Zahlen (nach KUDELKA), die den Prozentsatz vom ganzen Pflanzengewicht angeben, zu ersehen ist:

	1. Juni	1. Juli	1. August	1. September	20. September	10. Oktober
Wurzeln . .	11	32	50	67	73	77
Blätter . . .	89	68	50	33	27	23

Das Hauptmerkmal des Reifezustandes aber ist die Zuckeransammlung im Saft und die Abnahme der Menge an Nichtzucker. In der unreifen Rübe läßt sich der Zucker manchmal sogar nur mit Mühe bestimmen, wenn z. B. ein Trübwerden an der Luft trotz der Reinigung des Saftes mit Bleiessig beobachtet wird, weswegen eine genaue Bestimmung nicht mehr ausgeführt werden kann. Mit fortschreitender Reife aber wird ein immer leichter und durchsichtig werdender Saft gewonnen, Zuckergehalt und Reinheitskoeffizient steigen. Sogar für ein und dieselbe Gegend tritt der Reifezustand früher oder später ein je nach den meteorologischen Verhältnissen, nach der verabreichten Düngung, nach der Standweite, nach der Bodenbearbeitung usw. So reift die Rübe bei einem klaren und warmen Herbst früher als bei einem regnerischen August und September. Besonders kann sich die Reife verzögern, wenn der Juli stark unter Dürre zu leiden hatte, die bereits eine Unterbrechung des Wachstums und ein Absterben der Blätter („Notreife") hervorgerufen hatte, und wenn die im Herbst einsetzenden Regenmengen ein zweites Wachstum mit der Bildung neuer Blätter auf Kosten des bereits abgelagerten Zuckers herbeigeführt haben. Ein dichter Pflanzenbestand beschleunigt in gewissen Grenzen die Reife, wobei sich wahrscheinlich die Wirkung der geringeren Bodenfeuchtigkeit bemerkbar macht. Ebenfalls infolge großer Feuchtigkeit, nach tief bearbeiteter Brache kann die Rübe etwas später reif werden als nach Winterung. Von den Düngemitteln rufen Stickstoffgaben eine Verzögerung der Reife hervor; die phosphorsauren Düngemittel dagegen bewirken eine rechtzeitige Reife und können in dieser Hinsicht bis zu einem gewissen Grade als Gegengewicht zur Stickstoffdüngung dienen. Gewöhnlich fallen bei uns Reife und Ernte der Rüben in den September, in Westeuropa in den Oktober. Mit einem Teil der Ernte aber wird etwas früher begonnen als man wegen der Frühfrostgefahr sollte.

Für Gebiete, wo das frühe Eintreten von Frösten die Landwirte zwingt, die Rüben in nicht völlig ausgereiftem Zustande zu ernten, schlägt J. W. JAKUSCHKIN folgendes Verfahren für eine gewisse Beschleunigung der Reife vor: Das Untergraben der Wurzeln erfolgt 2—3 Tage vor der eigentlichen Ernte, die mit dem Entfernen der Blätter von der Wurzel verbunden ist. Auf diese Weise wird eine Unterbrechung des Wasserzuflusses hervorgerufen und dadurch bis zu einem gewissen Grade eine „Notreife", d. h. eine Beschleunigung der Wanderung von Kohlehydraten aus den Blättern in die Wurzeln und ihre Ablagerung dort in Form von Rohrzucker bewirkt. Die Feststellung der absoluten Zuckermenge in den Wurzeln (unter Berücksichtigung des Wasserverlustes der Wurzeln) bestätigt eine solche Wanderung in den untergrabenen Pflanzen[1].

Hierfür ist das Bestreben maßgebend, die Fabrik früher in Betrieb zu nehmen, um bei einer spät begonnenen und dementsprechend spät beendeten Kampagne nicht gezwungen zu sein, zum Schluß Rüben verwenden zu müssen, die lange gelagert und infolgedessen viel Zucker verloren haben.

[1] Siehe Aufsatz von B. A. RUBIN: Arb. d. Versuchsstat. Ramon, 5. Heft.

Die *Ernte* wird entweder nur mit Handgeräten oder auch mit Pferdegeräten — Rübenerntemaschinen — ausgeführt. Unter den Handgeräten werden die zweizinkigen *Forken* oft dem eisernen Spaten mit zugespitztem Ende vorgezogen, weil sie die Wurzeln nicht so leicht verletzen. Manchmal benutzt man Rübenheber, welche die Wurzeln in bestimmter Tiefe unterschneiden und sie so weit anheben, daß sie nachher leicht mit der Hand herausgenommen werden können. Im Westen werden sie häufiger angewandt, um die Ernte schneller zu erledigen (vor allem auf bindigen Böden) und um schwache Arbeiter in größerem Maße verwenden zu können. Bei uns jedoch sind die Rübenheber weniger verbreitet. Die aus der Erde herausgenommenen Wurzeln werden abgeklopft und mit der Rückseite des Messers abgeputzt. Der Kopf, der am wenigsten zuckerhaltige Wurzelteil, welcher die Knospen trägt, die bei der Aufbewahrung austreiben und den in der Wurzel abgelagerten Zucker verbrauchen können, wird abgeschnitten. Gewöhnlich muß so stark beschnitten werden, daß die Blätter nicht auseinanderfallen, sondern durch den abgeschnittenen Kopfteil verbunden bleiben. Wenn sich bei dem Abschneiden des Kopfes im oberen Wurzelteil eine Höhlung herausstellt, was bei sehr großen Rüben vorkommt, so müssen die Ränder dieser Höhlung gereinigt werden, weil sie oft die Ausgangspunkte für die Wurzelfäulnis sind. Der untere Wurzelteil, der nicht über 1 cm stark ist, wird ebenfalls abgeschnitten, weil er leicht abbricht und früher als die übrige Wurzel bei etwaigem Eintrocknen welk wird. Ebenfalls werden die Verzweigungen der Wurzel entfernt, wenn überhaupt welche vorhanden sind. Nach der Reinigung werden die Wurzeln in nicht zu große Haufen vorübergehend zusammengelegt und mit Blättern bedeckt, um dem Welken der außenliegenden Wurzeln vorzubeugen. Hat die Rübe 10% ihrer Feuchtigkeit verloren, so läßt sie sich schon schlecht aufbewahren. Die Feuchtigkeitsverluste aber können ohne Bedeckung innerhalb von 24 Stunden bis auf 6—8% steigen, wenn die Verdunstungsbedingungen günstig sind. Das Bedecken mit Blättern aber eignet sich nur für eine kurze Zeit, weil die Blätter sonst als Ausgangspunkt einer Fäulnis wirken können. Dann zieht man ein Bedecken mit Erde dem Zudecken mit Blättern vor.

Die übliche Aufeinanderfolge der Erntemaßnahmen: Untergraben, Herausholen aus der Erde, Reinigung und Entfernung der Blätter wird bei einigen neu vorgeschlagenen Erntemethoden durch eine andere Reihenfolge derselben Maßnahmen ersetzt.

So genießt in Deutschland neuerdings das Entfernen der Blätter, während die Rüben noch im Boden stecken, mit darauffolgendem Herausholen der Wurzeln aus der Erde ein besonderes Interesse. Dabei ist je nach der Größe der Wirtschaft und der Möglichkeit von Ausgaben, die mit einer solchen Mechanisierung verbunden sind, ein verschiedener Grad der Mechanisierung möglich. In kleineren Wirtschaften werden die Blätter samt Kopf mit einer Köpfschippe abgeschnitten, dessen schneidender Teil an einem langen Griff, ähnlich wie bei der Hacke, nur unter einem anderen Winkel, angebracht ist, damit das Abschneiden möglichst in wagerechter Richtung erfolgt. Die Blätter werden mit Forken oder Pferderechen zur Seite geschafft und die Wurzeln mit Hilfe eines besonderen Pfluges (Pommritzer Rodepflug) herausgeholt, der nicht nur die Wurzeln anhebt, sondern sie ganz aus der Erde herausholt und an der Oberfläche liegenläßt.

Für größere Wirtschaften hat die Firma Wolf in Magdeburg eine Maschine konstruiert, welche die ganze Arbeit, sowohl das Abschneiden der Blätter als auch das Herausholen und Abschütteln der Wurzeln erledigt. Die Maschine greift 4 Reihen; nach 2 Arbeitsgängen läßt sie die Wurzeln von 8 Reihen in 1 Reihe zusammenliegen; auch die Blätter von 8 Reihen werden in 1 Reihe abgelegt. Diese Maschine ist als Dampfpfluggerät für ein 2-Lokomotivensystem gebaut.

Infolgedessen ist sie nur für große Wirtschaften erschwingbar. Je nach den Bodeneigenschaften und nach dem Wetter kann die Maschine von Wolf das Herausgraben und das Beschneiden der Rüben von einer Fläche von $^1/_2$—$^3/_4$ ha in einer Stunde erledigen.

11. Der Rübenertrag, die Aufbewahrung der Wurzeln, der Blätter und der abgeschnittenen Teile.

Unsere *Mittelerträge* an Rüben sind bedeutend niedriger als in Westeuropa. Sie schwanken in verschiedenen Gegenden und in verschiedenen Wirtschaften meistens zwischen 150 und 225 dz/ha. Im Südwesten sind sie höher als im Zentrum und im Osten. Wenn auch der Zuckerertrag eines Doppelzentners bei uns höher ist als in Westeuropa, so wird dadurch doch noch nicht der Unterschied in den Erträgen ausgeglichen. Deswegen ist unser Zuckerertrag je Hektar bedeutend niedriger als im Westen. Dies zeigen folgende Zahlen:

	Wurzelertrag dz	Zuckerausbeute je dz Rüben kg	Zuckerausbeute je ha kg
Dänemark . . .	538	15,2	70,0
Belgien	472	15,4	62,5
Deutschland . .	471	14,7	68,5
Frankreich . .	427	14,2	50,7
Ukraine	281	17,4	42,0[1]

Bei der endgültigen Lagerung der Rüben zur *Aufbewahrung* muß man vor allem dafür Sorge tragen, daß Verhältnisse geschaffen werden, die eine *Temperaturregulierung* ermöglichen, weil dieser Faktor auf das Ergebnis der Aufbewahrung am stärksten einwirkt. Die Sache ist die, daß die Rübenwurzeln allmählich den in ihnen abgelagerten Zucker zum Atmen verbrauchen und dies um so energischer, je höher die Temperatur ist. Dieser Verlust kann herabgesetzt, aber nicht völlig beseitigt werden. Eine Temperatursteigerung vergrößert außerdem die Gefahr des Welkens und der Wurzelfäulnis, aber auch die Gefahr des Austreibens, wenn die Knospen beim Beschneiden nicht völlig entfernt werden. Andererseits ist ein Sinken der Temperatur bis auf 0° und darunter mit der Gefahr des Erfrierens (bei — 1° C) verbunden, die beinahe dem Verderben der Rüben gleichzusetzen ist, weil die erfrorenen (toten) Wurzeln beim Auftauen äußerst leicht faulen. Deswegen ist man bestrebt, die Rüben bei 2,5—3,7° C aufzubewahren, um einerseits keine Gefahr zu laufen, daß die Rüben erfrieren, andererseits um keinen bedeutenden Zuckerverlust zu erleiden.

Wie groß die Zuckerverluste (hauptsächlich infolge der Atmung) trotz der Innehaltung der angeführten Vorsichtsmaßregeln sein können, kann man aus folgenden Zahlen ersehen, die den Zuckergehalt für verschiedene Monate in Prozenten angeben (nach Mitteilungen der Versuchsstation Nemertscha):

12. Oktober . .	20,02 %	15. November .	18,26 %	17. Dezember .	17,05 %
30. Oktober . .	19,41 %	30. November .	17,66 %	15. Januar . .	16,43 %

Nach den Versuchen von Strohmer wechselt der Zuckerverlust innerhalb 24 Stunden infolge der Atmung mit der Temperatur wie folgt:

bei 0° C = 2,3 g Zucker auf 100 kg Rüben
„ 5° C = 10,3 g „ „ 100 kg „
„ 10° C = 22,0 g „ „ 100 kg „

[1] Zitiert nach Gorodezky: Die Kultur der Zuckerrüben in der Ukraine. In ukrainischer Sprache.

Zur Ergänzung seien hier die Mitteilungen von Pack[1] angeführt, welche die höheren Temperaturen umfassen:

3 Wurzeln schieden in einer Stunde aus bei			
4,4° C	9,4° C	14,4 °C	24,4 °C
5,5 mg CO_2	11,5 mg CO_2	15,5 mg CO_2	30,0 mg CO_2

Gewöhnlich werden die Rüben in *langen Mieten* aufbewahrt, die unten eine Breite von 2—$2^1/_2$ m, eine Höhe von rund 1 m und eine ganz verschiedene Länge haben. Manchmal werden in der Längsrichtung der Mieten Unterbrechungen vorgesehen, die mit Stroh ausgefüllt werden, wenn man die Miete in mehreren Abschnitten verbrauchen will. Die Mieten werden auf ebener Fläche angelegt oder aber die Sohle wird zur größeren Festigkeit der Miete und zum besseren Schutz gegen Frost etwas vertieft; selten trifft man eine so große Vertiefung an, daß eine Art Übergang zur Aufbewahrung unter der Erde entsteht. Außerdem werden die Mieten mit Luftschächten angelegt, um die Temperatur bequem regulieren zu können oder aber auch ohne diese Luftschächte; letzteres ist bei verhältnismäßig kleinen Mieten möglich. Der Luftschacht besteht aus einem kleinen Längsgraben, der mitten in der Miete entlang läuft und an ihren Enden über sie hinausragt. Der Graben wird so zugedeckt (z. B. mit Latten), daß die Wurzeln nicht hindurchfallen, die Luft aber von unten in die Miete eindringen kann. Beim Einlagern der Wurzeln wird gewöhnlich die äußere Schicht regelmäßig nach einer Schnur mit den Köpfen nach außen hingelegt, so daß eine Art Wand entsteht, die das Innere der Miete vor überflüssigem Luftzutritt und vor Verunreinigung mit Erde schützt; in das Innere der Miete werden die Wurzeln regellos geschüttet. Zum Schutz gegen Kälte wird die Miete entweder direkt mit Erde oder aber zuerst mit Stroh und dann mit Erde zugedeckt. In Westeuropa wird die Strohdecke gewöhnlich vermieden (wahrscheinlich infolge der dort häufigen Tauwetter), weil das Stroh, wenn es von den sich absetzenden Dämpfen feucht geworden ist, selbst der Fäulnis zugängig ist. Bei uns werden die Mieten dagegen häufiger mit Stroh in einer Schicht von 35—40 cm und mehr zugedeckt, darauf wird erst Erde geschüttet, wobei man allmählich die Erdschicht je nach dem Herannahen der Frostperiode verstärkt und sie zum Eintritt des Winters bis auf 60—80 cm erhöht. Zum Bedecken der Miete wird die Erde ringsum immer in demselben Abstand von der Miete entnommen, so daß die Miete schließlich wie auf einem Untersatz aus Erde steht, der das Eindringen des Wassers von außen verhindert. Es ist notwendig, die Temperaturen der Miete ständig zu beobachten, weswegen Thermometer eingesetzt werden. Wenn die Temperatur unter den gewünschten Grad gesunken ist, so muß man den Luftschacht verschließen, um den Zutritt der Außenluft zu unterbinden. Umgekehrt bei Ansteigen der Temperatur wird die Miete stark gelüftet. Manchmal werden noch Abzugsrohre in Form von Holzschächten errichtet, die auf dem First der Miete in verschiedener Entfernung (z. B. alle 4—5 m) angebracht werden und die mit dem unteren Luftschacht in Verbindung stehen. Heute benutzt man sie aber weniger gern, wobei man darauf hinweist, daß die Kondensation der Feuchtigkeit, die von den sich abkühlenden Abzugsschächten zurück in die Miete tröpfelt, und auch eine übermäßige Durchlüftung der an die Abzugsrohre grenzenden Mietenteile ein Welken der Wurzeln und darauffolgendes Verderben der Rüben herbeiführen können.

Karlson hat eine von ihm ausgearbeitete Aufbewahrungsmethode in großen Haufen mit einer Höhe von 1—$1^1/_2$ m bei willkürlicher Breite und Länge beschrieben. Das Anlegen einer solchen Miete wird von der Mittellinie aus begonnen,

[1] Biedermann: Zbl. 1926.

wobei die Rüben von beiden Seiten gleichzeitig angeschüttet werden. Oben werden die Rüben mit einer Strohschicht von 5—10 cm bedeckt. Die nicht fertiggestellten Ränder werden mit Strohmatten, nach ihrer Fertigstellung aber mit Stroh und Erde bedeckt. Um die Temperatur während der Anlage der Miete zu kontrollieren, werden in die Miete hölzerne Rohre eingesetzt, die bis zum Grund reichen. In diese Rohre werden Thermometer eingeführt. In der warmen Herbstzeit besteht die Pflege der Haufen darin, daß das Stroh für die Nacht auf den Haufen zusammengerecht wird, tagsüber aber über die ganze Oberfläche der Haufen verteilt wird. Dadurch wird eine Abkühlung der Rüben erzielt und ein Welken verhindert. Wird es kälter, so wird die Decke nicht mehr angerührt, sie wird bis auf 15—22 cm verstärkt. Diese Methode wurde mit Erfolg von der Zuckerfabrik in Guty im Laufe von 5 Jahren erprobt. Der Erfinder dieser Methode sieht den Umstand als günstig an, daß der Regen in das Innere der Haufen Zutritt hat und daß dadurch die bei der Ernte und dem Transport bereits etwas welk gewordenen Rüben wieder aufgefrischt und die normale Feuchtigkeit wieder hergestellt wird. Auch ist es günstig, daß bei dieser Methode die Rübenmasse weniger Platz beansprucht, auch weniger Arbeit bei der Anlage und Kontrolle verlangt als bei langen und schmalen Mieten.

Wir haben aber in der Literatur Mitteilungen dafür, daß man bei großen Haufen doch besser die Breite von 4 m nicht überschreitet, und daß man dabei Maßnahmen zur Durchlüftung und Regulierung der Temperatur trifft (siehe ebenfalls über Anlage der Mieten im Kapitel über die Aufbewahrung der Kartoffel).

Zur Aufbewahrung der Rüben wird ein trockener und hochgelegener Platz ausgewählt, gewöhnlich in der Nähe der Fabrik. Ist der Wintertransport vorteilhafter, so werden die Mieten manchmal auf den Zuckerrübenfeldern angelegt, ist dagegen ein Herbsttransport möglich, so werden die Rüben in der Nähe der Fabrik aufbewahrt. Es muß erwähnt werden, daß die verschiedenen Rübensorten und sogar verschiedene Posten derselben Sorte, die sich nur dadurch unterscheiden, daß sie unter verschiedenen Düngungs- und Reifeverhältnissen usw. aufgewachsen sind, eine verschiedene Widerstandsfähigkeit bei der Aufbewahrung zeigen.

Außer den Wurzeln liefern die Rüben als Nebenprodukt *Blätter* und *Köpfe* in einer Masse von 50% (und mehr) der Wurzelernte. Aber die Verwendung dieses nach seinem Futterwert recht wertvollen Materials (nach der absoluten Menge von Nährstoffen) ist nicht immer leicht, weil dieses wasserreiche Futter, das in einer feuchten und kühlen Jahreszeit anfällt, weder durch die gewöhnlichen Heubereitungsmethoden getrocknet noch schnell verfüttert werden kann.

Weil die Wassermenge in den Blättern zu groß ist, so empfiehlt es sich, die Blätter erst nach einigem Welkwerden zu verfüttern. Außerdem wird in Deutschland der Futterration noch etwas Kreide beigemengt, um die Säuren zu neutralisieren und Verdauungsstörungen zu verhindern. Außerdem hat dieses Hinzufügen der Kreide auch noch den Zweck, die Knochenweiche zu verhindern, die sich infolge Kalkmangels im Organismus bei längerer Verwendung von saurem Futter einstellt.

Außer der Wassermenge ist noch der große Gehalt an salpetersauren und oxalsauren Salzen ungünstig, weil diese die Verfütterung großer Blattmassen erschweren; außerdem läßt es sich schwer vermeiden, die Blätter mit Erde, welche die Verdauungsorgane der Tiere verunreinigt, zu beschmutzen. Dadurch erklärt es sich, daß bei uns häufig bedeutende Mengen an Rübenblättern keine Verwendung zu Futterzwecken finden, sondern einfach als Dünger untergepflügt werden, wobei die ungleichmäßige Verteilung der Blätter oft eine schlechte Ausnutzung des Düngers herbeiführt und die dunkelgrünen Flecke auf den Sommerungsschlägen nach Rüben verursacht. Die Blattmengen, die man aufbewahren will, werden gewöhnlich *eingesäuert*, wobei man nach Möglichkeit das Kraut vor dem

Einsäuren durchschüttelt, indem man es z. B. auf ein aus Ruten geflochtenes Sieb wirft, durch das dann die Erde hindurchfällt.

Die Blätter enthalten manchmal soviel Erde, daß ein einfaches Durchschütteln nicht ausreicht. In Deutschland wird deshalb oft ein Abwaschen mit Wasser und ein darauffolgendes Auspressen der Blätter durchgeführt. Außerdem hat man Apparate für eine sehr starke Zerkleinerung der Blätter und der Köpfe, die sog. „Alleszerkleinerer", gebaut, wobei man eine einheitliche Masse erhält, die entweder in ein Silo oder in einen Trockenapparat geschickt wird. Der Wert als Futtermittel steigt dabei natürlich recht erheblich, aber die Wirtschaftlichkeit erscheint sogar für die deutschen Verhältnisse nicht genügend geklärt.

Oft werden *oberirdische Silos* eingerichtet, indem die Rübenblätter in langgestreckten Haufen gelagert werden. Zum Unterschied aber von den Mieten wird hier ein anderes Ziel verfolgt, und zwar ist man bemüht, durch Festerwerdenlassen der Masse und durch Bedecken mit einer dicken Erdschicht (bis auf 70 cm) den Luftzutritt zu den eingesäuerten Blättern nach Möglichkeit zu verhindern.

Beim Einsäuern sind allerdings Verluste an Trockensubstanz, die 20—30 % und mehr erreichen, unvermeidlich; außerdem sinkt die Verdaulichkeit sowohl des Eiweißes als auch der stickstofffreien Substanzen.

Das *Trocknen der Blätter* an der Luft trifft bei Herbstwetter auf Schwierigkeiten, selbst dann, wenn man dieselben Einrichtungen verwendet wie beim Trocknen des Klees (Kleereiter usw.).

Bei trockenem Wetter gelingt es manchmal, die vorgetrockneten Blätter bei Durchschichtung mit Stroh in größeren Haufen (Diemen) zu lagern, wo sie endgültig austrocknen; bei feuchtem Wetter gelingt dieses jedoch nicht.

In Deutschland wurden *Methoden* für die Trocknung *der Blätter* unter Verwendung künstlicher Wärme vorgeschlagen, von denen einige mit den Methoden der Rübenschnitzeltrocknung übereinstimmen. Diese ausgelaugten Schnitzel sind eigentlich ein sehr wertvolles Futtermittel, aber sehr wasserhaltig. Durch das Trocknen verwandeln sich die Schnitzel in ein transport- und lagerfähiges Futtermittel mit einem Eiweißgehalt von 6,8 % und mit einem Gehalt von nahezu 60 % an stickstofffreien Extraktstoffen.

Zum Erwärmen der Trockenanlagen benutzt man gewöhnlich die Gase, die sonst durch die Schornsteine der Fabrik entweichen. Die Hauptaufbewahrungsmethode der Schnitzel ist aber doch wieder die Einsäuerung, die im Auslande ebenso wie auch bei uns üblich ist. Besonders vorteilhaft ist es, die Schnitzel vor dem Einsäuern zur Entfernung des Wasserüberschusses auszupressen. Im Mittel erhält man von 100 Rübenteilen 50 % gepreßte Schnitzel.

Nachfolgend die Zusammensetzung der erwähnten Nebenprodukte:

	Blätter %	Schnitzel (gepreßt) %	getrocknete Blätter %
Wasser	84,0—86,0	85,0	10,7—17,8
Rohprotein	2,3—2,8	1,3	10,0
Eiweiß	2,1—2,5	—	7,1
N-freie Extrakte	6,4—8,0	9,9	54,0
Fett	0,4—0,5	0,1	1,0
Rohfaser	1,6—2,3	3,0	11,9
Asche	2,0—5,4	0,7	23,1[1]

Es sind also die getrockneten Rübenblätter nach ihrem Gehalt an Eiweiß und Kohlehydraten dem Heu ähnlich (Rübenheu). Daraus die Folgerung, die in Deutschland stark ausgenutzt wird: „Wer in seiner Wirtschaft die Trocknung der Rübenblätter einführt, der gewinnt dadurch soviel Hektar Wiesenland, wie er mit Rüben anbaut."

[1] Die Zahlen dieser Spalte beziehen sich auf die Trockensubstanz des Blattes (außerdem ist noch gewöhnlich eine Beimischung von Erde von 10—12 % enthalten).

12. Auslese und Anbau der Samenrüben.

Um *Rübensamen* zu ernten, muß man die Rüben ein zweites Jahr anbauen. Dazu werden die Wurzeln im Herbst des ersten Jahres herausgenommen, wobei man auf ihr Äußeres achtet und alle unregelmäßig ausgebildeten, nicht charakteristischen Wurzeln ausscheidet. Das Beschneiden dieser Wurzeln erfolgt natürlich auf andere Weise, als es früher beschrieben wurde. Hier müssen die Knospen erhalten bleiben; deshalb werden die Blätter so abgeschnitten, daß ein Teil der Blattansätze (bis zu 2 cm Länge) an der Rübe verbleibt. Die zum Auspflanzen ausgewählten Wurzeln werden entweder in oberirdischen Mieten mit Erde zugedeckt oder unter der Erde aufbewahrt. Bisweilen wird sogar zwischen die Wurzeln, die in mehreren Schichten lagern, Erde gestreut. Die Verunreinigung mit Erde findet hier eine andere Beurteilung als bei der Aufbewahrung der Fabrikrüben.

Nicht selten werden die Mieten zur Aufbewahrung der Samenrüben so eingerichtet, daß ein Graben von 1 m Breite und 70 cm Tiefe ausgehoben wird; dieser Graben wird mit Wurzeln ausgefüllt, außerdem werden noch Wurzeln dachförmig hingepackt, so daß der First der Miete etwa um 50 cm die Erdoberfläche überragt. Dann wird die Miete unmittelbar mit Erde zugedeckt. Wird außerdem zur Wärmehaltung Stroh verwendet, so wird es so hingelegt, daß es mit den Wurzeln nicht unmittelbar in Berührung kommt. Teilweise werden die Samenrüben auch in Kellern aufbewahrt, wo es möglich ist, sie ständig zu beobachten und die Temperatur zu regulieren. Eine völlige Gleichmäßigkeit der Aufbewahrungsverhältnisse ist hier jedoch nicht leicht zu erreichen, man kann auch nicht in jedem beliebigen Augenblick die Aufbewahrungsfläche je nach Bedarf vergrößern.

Im Laufe des Winters oder im Frühjahr findet eine strengere Auslese der zuckerreichsten Rüben nach verschiedenen Methoden statt. Die Zeit zu dieser Maßnahme wird teils durch wirtschaftliche Überlegungen, teils aber durch die Ziele der Auslese selbst bestimmt. Manchmal wird geraten, mit der Auslese so spät wie möglich anzufangen, weil dadurch ein automatisches Ausscheiden der nicht lagerfesten Rüben stattfindet, was natürlich sehr wesentlich ist. Bei einer späten Auslese findet aber ein Wasserverlust durch die Wurzeln statt. Dieser Verlust kann unregelmäßig fortschreiten und einen stärkeren Zuckergehalt in den Wurzeln aufweisen, die stärker eingetrocknet sind. Man kann dies allerdings dadurch bekämpfen, daß man sämtliche Wurzeln in möglichst gleiche Aufbewahrungsverhältnisse bringt. Aber auch dann ist der Wasserverlust für die kleinen Wurzeln verhältnismäßig größer als für die großen. Deswegen ist es besser, eine Aufbewahrung zu wählen, bei welcher der Wasserverlust durch die Wurzeln minimal ist. Je vollkommener dies erreicht wird, desto freier kann man zur Auslese eine Zeit wählen, die auch aus anderen Überlegungen am bequemsten ist.

Die *Auslese der Wurzeln* nach ihrem Zuckergehalt wurde früher annähernd nach dem spezifischen Gewicht der Wurzeln vorgenommen auf Grund der Annahme, daß zwischen diesen beiden Merkmalen eine Beziehung besteht.

Einen völligen Parallelismus kann man hier natürlich nicht erwarten, weil das spezifische Gewicht infolge der Eigentümlichkeiten des Wurzelbaues manchmal sinken kann.

Um das *spezifische Gewicht* zu bestimmen, bediente man sich gewöhnlich einer Salzlösung von verschiedener Dichte, in welche die Wurzeln eingetaucht wurden. Auf diese Weise erhielt man zwei Gruppen von Wurzeln — erstens solche mit einer geringeren Dichte als das spezifische Gewicht der Lösung (schwimmende) und zweitens solche mit einer größeren Dichte (untergehende). Nimmt man verschiedene Lösungen, so kann man natürlich die Anzahl der Gruppen vergrößern, in welche die Wurzeln sortiert werden. Vor dem Eintauchen müssen die Wurzeln sorgfältig von der Erde gereinigt werden. Die Dichte der Lösung muß periodisch mit Hilfe eines Areometers beobachtet werden, weil sie sich durch die geringen Wassermengen, die auf der Oberfläche der Wurzeln hereingebracht werden, verändern kann. Auf diese Weise kann die Arbeit recht schnell fortschreiten (man rechnet auf einen Arbeiter 1000—1200 Wurzeln je Arbeitstag). Diese Arbeit ist aber mit einer Verwendung bedeutender Lösungsmengen und mit einer Bewegung der ganzen Wurzelmasse verbunden. Um dies zu vermeiden, schlug Vibrans vor, in die Lösung nicht die ganze Wurzel, sondern nur einen etwa 2 cm dicken Teil des unteren Endes einzutauchen. Aber

auch diese Methode hat ihre Nachteile: Abgesehen davon, daß die zerschnittenen Zellen ihren Zuckergehalt an die sie umgebende Lösung abgeben und infolgedessen eine häufige Kontrolle mit Hilfe des Areometers notwendig wird, verlieren die unteren Wurzelenden beim Trocknen das Wasser schneller als die übrige Wurzelmasse, weil im engen Teil auf eine Volumeneinheit eine größere Verdunstungsfläche entfällt. Infolgedessen müssen diese unteren Abschnitte Werte ergeben, die nicht charakteristisch sind, so daß diese Methode nur für die soeben geerntete Rübe anwendbar und zuverlässig erscheint. Andere wieder schlugen vor, mit Hilfe eines Bohrers einen kleinen Zylinder aus dem mittleren Teil der Wurzel herauszuschneiden und ihn dann in die Lösung zu tauchen. Vilmorin, der im Jahre 1850 mit der Auslese nach individuellen inneren Eigenschaften der einzelnen Wurzeln begann (früher fand eine Auslese nur nach äußeren Merkmalen statt), bestimmte nachher das spezifische Gewicht nicht von jenem Zylinder selbst, sondern von dem aus ihm herausgepreßten Saft.

Heute aber benutzt man zur Bestimmung des Zuckergehaltes für die Auslese wie in der Fabriktechnik das Polarimeter, nur mit dem Unterschied, daß in der Fabrik der Zuckergehalt im Saft, bei der Auslese aber in der Rübenwurzel bestimmt wird. Man geht dabei von einer bestimmten, fein zerkleinerten Menge Wurzelsubstanz aus.

Die Probe wird so genommen, daß die Fähigkeit der Wurzel, sich zu entwickeln und Samen zu tragen, nicht beeinträchtigt wird, daß man sich aber auch gleichzeitig der Durchschnittsprobe der Wurzel nähert. Jedenfalls führt man dies bei sämtlichen Wurzeln völlig gleichmäßig aus, wobei die einen einen zylinderförmigen Ausschnitt senkrecht zur Längsachse vorziehen, die anderen einen geneigten, die dritten schließlich einen Seitenausschnitt; es scheint, daß dies alles nicht so wesentlich ist wie früher angenommen wurde.

Es existieren besondere Instrumente, mit deren Hilfe die Probe nicht als ganzes Stück, sondern gleich in fein zerkleinertem Zustand gewonnen wird. So z. B. der hohle Rübenbohrer von Keil und Dolle (in Quedlinburg).

Eine gleich große Verbreitung fand das Ausschneiden eines kleinen Zylinders („Kerze"), der nachher in einen feinen Brei mit Hilfe der Wolskyschen Presse verwandelt wird.

Eine bestimmte Gewichtsmenge, die durch ein bestimmtes Volumen von Alkohol oder Wasser nach Pellet extrahiert wird, gestattet durch direktes Ablesen an dem Polarimeter, den Zuckergehalt der Rübe zu bestimmen. Besondere Vorrichtungen ermöglichen es, die Arbeit des Polarimeters außerordentlich zu beschleunigen: so z. B. das ununterbrochen arbeitende Röhrchen von Pellet (mit einer zirkulierenden Flüssigkeit), das aus einem seitlich abführenden und zuführenden Röhrchen besteht, so daß das ganze System ein Syphon darstellt. An das ansaugende Röhrchen wird ein Glas mit Saft herangestellt oder der Saft wird mit Hilfe eines Trichters in das Röhrchen gegossen. Der Verschluß wird geöffnet. Die Saftprobe im Röhrchen wird durch eine neue ersetzt, wobei das Röhrchen teilweise durch einen gewissen Teil dieses Saftes ausgespült wird. Danach wird abgelesen und die Flüssigkeit wiederum durch den Saft der nächstfolgenden Wurzel ersetzt usw. Infolge ähnlicher Einrichtungen kann man im Laufe von 24 Stunden in mehreren Arbeitsschichten mehrere 1000 Wurzeln „durch das Polarimeter hindurchschicken".

Eine wesentliche Beschleunigung der Arbeit wird durch die automatische Wage von Grüner (Kijew) erreicht, die darin besteht, das anstatt der „normalen" Menge (26 g) oder eines Teiles davon eine unbestimmte Breimenge genommen und auf die Wage gelegt wird, die dann automatisch die Menge des Bleiessigs abmißt, die dem Gewicht der Probe entspricht. Dadurch wird das Abwiegen bestimmter Breimengen vermieden, wodurch die Arbeit um das 10fache im Vergleich zur gewöhnlichen Wage beschleunigt wird.

Dies hat vor allem für die Zuchtstationen Bedeutung, die mit großen Rübenmassen arbeiten und die aus diesen Massen einen verhältnismäßig kleinen Prozent-

satz an Wurzeln mit hoher Polarisation herauswählen, um von diesen hervorragenden Individuen (Elite) eine Nachkommenschaft mit hohem Zuckergehalt, der sich vererben könnte, zu erhalten.

Um eine Vorstellung davon zu geben, welchen Umfang die Arbeit einer modernen Zuchtstation erreichen kann, ist zu erwähnen, daß im Zentrum der deutschen Rübenzüchtung bei Rabbethge und Giesecke und (Kl. Wanzleben), wo 15000 Parzellen vorhanden sind, im Laufe des Januar, Februar und März alltäglich mit dem Polarimeter der Zuckergehalt in 20000 Rübenwurzeln bestimmt wird.

v. Rümker rechnete aus, daß von den 3 Millionen Wurzeln, die auf die Zuchtstation gelangten und die zuerst einer groben Vorsortierung mit einer Salzlösung unterworfen wurden, zuerst 230000, d. h. 7,6% der besten Wurzeln abgesondert werden. Der Wurzelsaft wird polarimetrisch analysiert. Darauf werden von diesen Wurzeln 12—14000 der allerbesten zur Bestimmung des Zuckergehaltes in der Rübe ausgewählt, was nur 0,4% der Anfangsmenge ausmacht. Von diesen endgültig ausgelesenen Wurzeln entfallen auf die erste Klasse 3—4000 (0,1%), auf die zweite rund 1000 (0,033%), auf die dritte bis 2000 (0,066%) und auf die vierte rund 8—9000 (0,27—0,30%). Ähnliche Angaben kann man auch bei de Vries (Mutationstheorie, S. 74) finden; die von ihm gefundene Kurve nähert sich stark der Kurve von Ketle, die nach der Formel $(a + b)^{20}$ aufgebaut ist. Bei der gewöhnlichen Massensortierung in den Fabriklaboratorien werden die Wurzeln in 3 Gruppen eingeteilt: 1. Eliterüben mit dem höchsten Zuckergehalt, deren Nachkommenschaft das Material zur Fortsetzung der Auslese liefern soll; 2. Rüben zur Saatgutgewinnung mit einem geringeren Zuckergehalt, die zur Samengewinnung für Fabrikrüben dienen; 3. Abfallrüben mit dem geringsten Zuckergehalt, die gewöhnlich verfüttert werden. Die Abgrenzung dieser 3 Gruppen schwankt je nach dem Gesamtniveau des Zuckergehaltes für jedes einzelne Jahr.

Auf den Zuchtstationen ist die Auslese strenger; dort ist die Zahl der Gruppen größer. Auf der Versuchsstation Iwanowo wurden in Prozenten der Gesamtmenge folgende Verhältnisse für die einzelnen Wurzelgruppen beobachtet (Lebedinsky 1923):

1. Pedigree (21,4% und höher)	0,1—0,5%
2. Superelite (20,4—21,3%)	5—10%
3. Mutterelite (19,2—20,4%)	25—35%
4. Fabrikrüben	20—30%
5. Abfallrüben	20—30%

Für die Auslese genügt es jedoch nicht, nur auf den Zuckergehalt zu achten. Es ist auch notwendig, das *Wurzelgewicht* zu berücksichtigen, weil man vorzugsweise kleine Wurzeln erhalten würde, die im allgemeinen zuckerreicher sind als die großen, wenn man die Rüben nur nach den Angaben des Polarimeters auswählt. v. Rümker sah in den 90er Jahren folgendes Sinken mit der Größe als normal an:

Wurzelgewicht . . . g	500	1050	1300
Zuckergehalt . . . %	17,40	16,52	15,56

Unter neuzeitlichen Verhältnissen, vor allem aber bei uns, haben wir es mit kleineren Wurzeln zu tun als denjenigen, die v. Rümker anführt.

Es wird eine Reihe von Gruppen mit einer Gewichtsschwankung von 50 g (z. B. 200—250—300 usw.) gebildet. Dann wird der Zuckergehalt für die Wurzeln in jeder einzelnen Gruppe festgestellt und die Plusvarianten werden abgesondert. Dabei wirkt auf die Festsetzung der Auslesenormen auch das Ziel der Auslese selbst ein (z. B. der größte Zuckergehalt bei genügender Ertragsfähigkeit oder umgekehrt).

Wird die Wurzelgröße bei der Auslese nicht genügend berücksichtigt, so laufen wir Gefahr, den Rübenertrag zu senken, indem wir den Zuckergehalt heben. Nach den Untersuchungen von KOLKUNOW kann man diesen Antagonismus zwischen der Ertragsfähigkeit und dem Zuckergehalt bis zu einem gewissen Grade abschwächen, wenn man bei der Auslese den anatomischen Wurzelbau in Betracht zieht und danach strebt, kleinzellige Rassen (Xerophilpflanzen) zu erzeugen, bei denen die Massenentwicklung durch die Trockenheit unseres Klimas nicht so gedrückt wird.

Durch die Anwendung des *Refraktometers*, das in letzter Zeit bei der Auslese große Verbreitung gefunden hat, kann man die Ausgaben für die Polarisation verringern, indem man einen Teil der Wurzeln (die mit Sicherheit einen niedrigen Zuckergehalt aufweisenden Exemplare) schon nach den Angaben des Refraktometers ausschaltet. Außerdem liefert das Refraktometer bei einem Vergleich mit den Angaben des Polarimeters gewisse Angaben über den Reinheitskoeffizienten des untersuchten Materials. Bei uns wurde das Refraktometer für den genannten Zweck zum erstenmal von Prof. A. E. SAIKEWITSCH verwendet[1].

Im großen und ganzen lehrte die Erfahrung, daß eine Massenauslese allein trotz aller technischen Vollkommenheiten noch keine konstanten Ergebnisse liefert. Sicheren und auf längere Sicht aufgebauten Erfolg verbürgt nur die Auslese hochzuckerhaltiger Individuen mit sorgfältiger Prüfung ihrer Nachkommenschaft.

„Die Auslese der Nachkommenschaft ist der Mittelpunkt der ganzen Zuchtarbeit. Das Ausmessen einzelner Eigenschaften, welche die Qualität der Wurzeln bestimmen, die als Mutterpflanzen ausgelesen worden sind, gibt keine Grundlage zur Charakteristik der erblichen Eigenschaften dieser Pflanzen. Die Lösung dieser Aufgabe bringt hier nur eine Prüfung der Nachkommenschaft" (ROEMER).

Daher beginnt man bei der modernen Auslese mit der Trennung der Rüben nach morphologischen Merkmalen. Dann geht man zur chemischen Analyse über. Die endgültige Beurteilung aber wird durch die genealogische Analyse — *durch die Prüfung der Nachkommenschaft* — begründet. Diese Aufeinanderfolge entspricht auch der geschichtlichen Entwicklung der Züchtungsmaßnahmen bei der Rübe.

Jedoch wird die Erforschung der Nachkommenschaft hier dadurch verwickelter, daß man bei der Rübe von „reinen Linien", wie z. B. beim Weizen, nicht sprechen kann, und eine einmalige Auslese nicht die gleiche Wirkung zeigen wird, weil die Rübe eine fremdbestäubende Pflanze ist. Für Züchtungszwecke kann man natürlich eine Zeitlang zu erzwungener Selbstbestäubung greifen, jedoch wegen der Gefahr, die Leistungsfähigkeit durch Inzucht zu vermindern, zieht man es oft vor, die Nachkommenschaft von einigen überragend wertvollen und ihrer Eigenschaften nach sich am nächsten stehenden Individuen zusammenzukultivieren (Familienzucht), ähnlich wie es bei der Züchtung des Maises der Fall ist.

Jetzt ist festgestellt worden, daß auch bei Selbstbestäubung der Rübe guter Ansatz erreicht werden kann, wenn man, anstatt ganze Pflanzen zu isolieren, was mit einer Störung der normalen Entwicklungsverhältnisse verbunden ist (Temperatur, Verdunstung, ungenügender Zufluß von Kohlensäure aus der Luft), dazu übergeht, einzelne Zweige zu isolieren, wie NILSON (SVALÖF). Auf diese Weise ist eine Auslese der Formen möglich, die mehr zur Selbstbestäubung neigen. Infolgedessen ist es denkbar, daß man richtige *reine Linien* bei der Rübe erhält. Würde dieses Ziel erreicht sein, so würde dies eine große Wirkung auf die Technik der Rübenzüchtung ausüben. In dieser Richtung werden jetzt Versuche auch von unseren Zuchtstationen gemacht[2]. Die Selbstbestäubung ruft bei der Rübe ebenso wie

[1] Siehe die Übersicht in der Arbeit von ARCHIMOWITSCH: Arb. d. Stat. Belozerkow 1 (1927).

[2] Siehe z. B. den Aufsatz von LEBEDINSKY: Bull. d. Versuchsstat. Iwanowo 1927. — Aufsatz von ARCHIMOWITSCH: Arb. d. Versuchsstat. Belozerkow 1 (1927).

bei Mais eine Schwächung der Lebensenergie hervor. Diese kann aber durch eine nachfolgende Bestäubung zwischen gleichartigen und gleichwertigen Nachkommenschaften, die durch Selbstbestäubung erhalten worden sind, wiederhergestellt werden.

Weil die Rübe aber 2jährig ist, so werden schon dadurch die Arbeiten mit ihr doppelt so langsam fortschreiten als mit 1jährigen Pflanzen, die ebenfalls Fremdbefruchter sind, z. B. Mais, Roggen.

Um eine einigermaßen erwähnenswerte Menge Saatgut zu erhalten, sind etwa 8 Jahre nötig. Als Beispiel für die Rübenzüchtung sei hier die Methode von E. Zalensky angeführt, die auf der Annahme beruht, daß eine gewöhnliche „Population" als Ausgangspunkt dient (eine Mischung von Individuen mit verschiedenen Erbeigenschaften):

1. Jahr. Saat der Ausgangspopulation; Auslese von mehreren 100 *Einzelpflanzen.*

2. Jahr. Samengewinnung aus diesen Einzelpflanzen, von jeder Pflanze für sich (Linien, Familien, Nummern) und vegetative Vermehrung der Pflanzen.

3. Jahr. a) Vergleichende Prüfung der Nachkommenschaften dieser einzelnen Pflanzen, möglichst unter verschiedenen Verhältnissen; b) Gewinnung einer zweiten Samenernte von den Einzelpflanzen, die vegetativ vermehrt worden sind und c) eine weitere vegetative Vermehrung dieser Pflanzen. b) und c) werden alljährlich so lange wiederholt, bis es sich herausstellt daß dies aus den einen oder anderen Gründen nicht mehr nötig ist.

4. Jahr. Nachprüfung der Vergleichsergebnisse derjenigen Familien, die sich im dritten Jahre als gut herausgestellt hatten. Diese Pflanzen, die zugleich vegetativ vermehrt worden sind,und die von ihnen erhaltenen Samen werden zur Gewinnung von „Muttersamen" und zur weiteren Auslese beibehalten, die übrigen aber werden ausgeschieden. Aussaat solcher Samen im Zuchtgarten, die sich im vergangenen Jahre als die besten gezeigt hatten mit der Absicht, daß sie, falls sie bei der Nachprüfung die vorjährigen Ergebnisse nicht wieder zeigen, ausgeschieden werden. Selektion der Familien, die sich bei der Kontrolle als gut erweisen, Auslese von Einzel- und Gruppeneliten.

5. Jahr. Samengewinnung von den im vierten Jahr ausgewählten Eliten zweiter Generation.

6. Jahr. Vergleichsprüfung der im fünften Jahr erhaltenen Eliten zweiter Generation.

7. Jahr. Aussaat derjenigen Eliten zur Gewinnung von Stecklingen, die sich in der zweiten Generation als gut erwiesen haben.

8. Jahr. Erste Ernte von Verkaufssamen. Es versteht sich von selbst, daß im zweiten und dritten und allen nachfolgenden Jahren dieselbe Arbeit von neuem begonnen wird, so daß man ständig mehrere Serien Auslesematerial besitzt. „Den Gang dieser Arbeit kann man um 1 Jahr verkürzen, indem man bereits im sechsten Jahr die Eliten zweiter Generation zur Gewinnung von Stecklingen aussät. Bei gewissenhafter Arbeit muß man aber auf den Fall vorbereitet sein, daß, falls diese ersten „Mutter"samen sich nicht gut bewähren, man die Stecklinge wegwerfen muß. Dieses Risiko ist jedoch so groß, daß sich kaum jemand finden würde, der es in größerem Umfange auf sich nimmt[1]."

Sich hier auf die Technik der Vermehrung und auf die Prüfung der Nachkommenschaften einzulassen, ist unmöglich. Darüber ist eine Spezialliteratur vorhanden[2].

Die auf die eine oder andere Weise ausgelesenen und aufbewahrten Wurzeln werden im Frühjahr in einen Boden *ausgepflanzt*, der gut und tief gelockert ist, wobei ihnen weit größere Flächen zur Verfügung gestellt werden als im ersten Jahr. So pflanzt man normale Wurzeln auf 70 × 70 cm und mehr. Stecklinge werden etwas enger gepflanzt, obgleich auch sie sich unter günstigen Verhältnissen stark entwickeln können. Im zweiten Jahre beschränkt sich die Rübe zur Bildung des massiven blütentragenden Stengels und der Samen nicht auf den Nährstoffvorrat, der im ersten Entwicklungsjahre aufgespeichert worden ist. Indem sie erneut bedeutende Mengen an Stickstoff und Aschesubstanzen aufnimmt, erzeugt sie neue Mengen organischer Substanzen. Deswegen muß das Feld, das zum Anbau der Samenrüben bestimmt ist, genügend nährstoffreich sein. Außerdem greift man noch zu örtlicher Düngung mit Superphosphat und Salpeter (in kleinen Mengen) zu jeder Wurzel.

[1] Zalensky: Die Samenfrage in Rußland. Z. Zuckerind. 2 (1915).

[2] Siehe z. B. bei Grüner: Die Samenwirtschaft bei Getreidepflanzen und bei der Rübe. 1927. — Einige andere Werke sind zur anfänglichen Orientierung weiter unten am Schluß des Kapitels über Wurzelfrüchte angegeben.

Ein Überschuß an Salpeter wird nicht deshalb vermieden, weil „der Zuckergehalt der Nachkommenschaft zurückgehen könnte", sondern weil ein solcher Überschuß ein verspätetes Ausreifen der Samen herbeiführt. Nach SCHNEIDEWIND muß man den Stecklingen rund 225 dz/ha Stallmist, 2,25 dz Superphosphat und 2,7 dz Salpeter verabreichen, woraus zu ersehen ist, daß die Vorstellungen über eine mäßige Düngung mit Salpeter in Rußland und Deutschland wesentlich verschieden sind.

Nach den Analysen von GERBIDON[1] entnimmt die Rübe im zweiten Jahr dem Boden fast ebensoviel Stickstoff und Phosphorsäure wie im ersten Jahr. Dieser Autor erhielt eine Samenernte von 1500 kg/ha, 1850 kg Stengel und Blätter und 8142 kg Wurzeln. Bei Umrechnung auf 1 ha verteilten sich Asche und organische Substanzen wie folgt:

	Wurzeln kg	Stengel kg	Samen kg	im ganzen je kg/ha
Asche	104,8	158,8	102,4	366,0
Organische Substanz	660,2	1501,1	1262,0	3423,3
Stickstoff	4,4	8,7	23,7	36,8
Phosphorsäure	2,4	4,0	15,6	22,0
Kali	24,4	38,1	24,4	86,9
Kalk	4,1	11,6	9,7	25,4
Magnesia	1,9	1,5	10,8	14,2

Hieraus ersehen wir, daß Stickstoff, Phosphorsäure und Magnesia in den Samen angehäuft sind, Kali dagegen gleichmäßiger in der Pflanze verteilt ist.

Nach den Mitteilungen von ANDRLIK entzieht die Rübe bei einer Ernte von 30 dz Samen im zweiten Jahr zusammen 126 kg Stickstoff, 45 kg Phosphorsäure und 146 kg Kali je Hektar.

Die angeführten Zahlen bedürfen allerdings insofern einer gewissen Berichtigung, weil ein Teil der Nährstoffe bereits mit den Mutterwurzeln hineingebracht und nicht dem Boden entnommen worden ist. Um aber zu zeigen, daß dieser Teil nur einen gewissen kleinen Teil an der Gesamtmenge der Nährstoffe in der Ernte ausmacht, genügt es, darauf hinzuweisen, daß das Gewicht der ausgepflanzten Rüben je Hektar vielleicht ein Fünftel bis ein Zehntel der Ernte des ersten Jahres ausmacht, und daß die Pflanzen im Laufe der Vegetationsperiode des zweiten Jahres sich weit größere Mengen (etwa 10mal soviel) an Nährstoffen aneignen müssen als die ausgepflanzten Stecklinge enthalten[2].

Deswegen ist die frühere Meinung unrichtig, daß zur Entwicklung der Rübe im zweiten Jahr die Stickstoffmengen genügen, die in den Wurzeln enthalten sind, und daß es überhaupt schädlich wäre, die Stecklinge mit Salpeter zu düngen, weil dies ungünstig auf den Zuckergehalt der Nachkommenschaft einwirke. Diese letztere Meinung kontrollierte WILFARTH durch Versuche und er gelangte natürlich zu einem negativen Ergebnis[3].

Zieht man die Fremdbestäubung der Rübe in Betracht und die Leichtigkeit, mit welcher der Blütenstaub fort- und übertragen wird, so ist es notwendig, solche Felder zum Anpflanzen zu wählen, die von Feldstücken, die mit anderen Sorten bestellt sind und vor allem mit Futterrübenstecklingen, genügend weit entfernt sind. Die Wurzeln werden gewöhnlich mit dem Spaten gepflanzt, nachdem man zuerst die Reihen mit dem Markör vorgezogen hat. Man beachtet dabei, daß die Wurzel mit einer Erdschicht von 2—3 cm bedeckt ist, damit die mit dem Wachstum beginnenden Knospen vor den Morgenfrösten geschützt werden (das Pflanzen wird gewöhnlich im zeitigen Frühjahr vorgenommen). Sind die Blätter erschienen, so geht man zur *Pflege der Samenrüben* über, indem man zwischen den Reihen in zwei aufeinander senkrechten Richtungen abwechselnd hackt. Die Arbeit der Gespanngeräte wird je nach Bedarf durch Handarbeit ergänzt. Gewöhnlich wird leicht gehäufelt, um den Pflanzen größere Standfestigkeit zu verleihen. Sind Stengel und Blüten gebildet[4], so werden die

[1] GERBIDON: Ann. agronomiques 1901.

[2] Siehe die Arbeiten von STROHMER u. PROSKOWETZ: Z. Rübenzuckerind. 1892

[3] Siehe Z. Rübenzuckerind. 1900.

[4] BRIEM beobachtete, daß der Stengel, der in $1^1/_2$ Monaten eine Höhe von 1,3 m erreicht, sich zur Zeit des kräftigsten Wachstums innerhalb von 24 Stunden um 7 cm verlängert (siehe Österr.-ung. Z. 1908, 595).

Stengel manchmal an Pfähle angebunden; die Seitenzweige werden abgeschnitten, um eine gleichzeitige Reife und Gleichmäßigkeit der Samen zu erzielen. Gewöhnlich aber werden diese Maßnahmen nicht angewendet, weil sie recht kostspielig sind. Als Beispiel führen wir folgende Mitteilungen des Versuchsfeldes in Derebtschino an, die zeigen, daß ein rechtzeitiges Beschneiden für eine Ertragssteigerung der Samen ohne Sinken ihrer Qualität recht nützlich ist:

	Ertrag an Samen dz/ha
Ohne Beschneiden	32,4
Beschneiden vor der Blüte	39,9
Beschneiden während der Blüte	39,7
Beschneiden nach der Blüte	33,9

Wir wollen noch eine andere *Beschneidungsmethode* erwähnen, nach welcher (nach PHILIPSCHENKO) der Hauptstengel in einer Höhe von etwa 20 cm abgeschnitten wird, um eine gleichmäßige Entwicklung der Seitenstengel, einen gleichmäßigen, dichten Stand der lyraförmigen Sträucher und eine gleichmäßige Samenreife zu erzielen. Dabei ist das Anbinden nicht mehr nötig, weil sich die Reihen zusammenschließen und die Seitentriebe nicht lagern. Dasselbe wird aber auch erreicht, wenn vor dem Pflanzen die Vegetationskegel der Pflanzrüben abgeschnitten werden.

Bei der *Samenreife* werden die verholzenden Fruchthüllen gelb; der sich mit Stärke anfüllende Samen zeigt einen weißen, mehligen Bruch. Gewöhnlich ist dies Anfang August der Fall, wo man auch die Stengel abschneidet (mit Hilfe einer Sichel oder durch einen Schlag mit einem scharfen Spaten in den oberen Wurzelteil). Je nach dem Wetter und nach dem Reifegrad werden die Stengel mit den reifen Samen entweder sofort in mit Planen ausgelegte Wagen zum Druschplatz gefahren oder aber man läßt sie liegen, damit sie endgültig trocken werden. Dabei legt man sie auf die nach dem Schneiden übriggebliebenen Stümpfe (nach der erwähnten Methode von PHILIPSCHENKO), oder aber man fährt sie, nachdem man sie in Garben zusammengebunden hat, zum Druschplatz und stellt sie zum Trocknen in der Nähe dieses Platzes auf. Die Samen werden leicht ausgedroschen durch Flegel, durch Walzen oder durch eine Dreschmaschine. Bei der Reinigung werden die kleinen tauben Samen und die Reste der Blütenzweige entfernt, wobei man z. B. die Sortiermaschine von RÖBER mit endlosem Tuch anwendet. Die Samen werden an einem trockenen Ort aufbewahrt, am besten in nicht zu hoher Schicht, um eine Erwärmung zu vermeiden. Man muß sie auch vor Mäusen schützen. Nach vollständigem Austrocknen (nicht mehr als 14—15 % Feuchtigkeit) kann man die Samen in Säcke schütten oder in höherer Schicht aufbewahren. Unter guten Verhältnissen beträgt die Samenernte 15—22,5 dz/ha. Die Wurzeln der Samenrüben werden manchmal zu Futterzwecken verwendet; häufiger werden sie auch wegen ihrer groben Beschaffenheit und ihrem starken Holzfasergehalt einfach untergepflügt. Saftig bleiben nur die Trotzer, d. h. die Wurzeln, die keinen blütentragenden Stengel ausgebildet haben (Neigung zu 3jähriger Vegetationsperiode).

Andererseits kennt man folgende Beobachtungen von STROHMER und BRIEM über die Fähigkeit der Rübe, wiederholt Samen zu tragen. In den Versuchen dieser Verfasser wurden die Wurzeln, die ihre Lebensfähigkeit nach dem Samentragen im ersten Jahr behalten haben, ausgegraben und wie üblich bis zum Frühjahr aufbewahrt; im Frühjahr stellte man fest, daß von 100 Stück 80 zu weiterer Entwicklung fähig waren und im dritten Jahr noch eine Samenernte brachten. Von diesen 80 Wurzeln gaben 20, nachdem sie überwintert hatten, erneut Samen. Zwei Exemplare überlebten sogar noch einen Winter und brachten zum viertenmal reifen Samen.

Weil für Gewinnung, Aufbewahrung und Analyse der Wurzeln, die zur Samengewinnung bestimmt sind, bedeutende Ausgaben erforderlich sind, weil es ferner oft notwendig ist, das in begrenzten Mengen vorhandene wertvolle

Material rasch zu *vermehren*, begannen viele deutsche Firmen, um die Samengewinnung zu verbilligen, kleine Wurzeln, sog. *Stecklinge*, zu verwenden, wobei die Felder zur Gewinnung der Stecklinge mit Reihenabständen von z. B. 30 cm bestellt werden. Dabei wird in den Reihen überhaupt nicht verzogen oder aber man läßt die Pflanzen in einer Entfernung von 10—15 cm stehen. Im ersten Fall erhält man dann Wurzeln von 20—60 g, im zweiten Fall von 250—300 g. Auf diese Weise erntet man von 1 ha Stecklinge für 10—12 ha; bei hoher Grundrente und bei anderen hohen Ausgaben ist eine Bestrebung in dieser Richtung begreiflich. Dabei werden auch infolge des geringeren Wurzelumfanges die Aufbewahrungskosten verringert, andererseits geben die kleinen Stecklinge gleichmäßiger reifende große Samen und einen guten Ertrag, wenn der ungenügende Nährstoffvorrat in den Wurzeln durch die erforderliche Düngung des Bodens ergänzt wird. Außer durch die genannten Überlegungen wird man auch durch die hohen Preise des Zuchtsaatgutes zu dieser Methode gezwungen; von einem Doppelzentner erhält man dabei bei einmaliger Stecklingsvermehrung 1000 bis 2000 dz anstatt 300—400 dz bei der sonst üblichen Methode. Wir müssen ferner bemerken, daß man bei der Frage der Anwendbarkeit dieser Methode unbedingt den Zweck solcher Auspflanzungen streng unterscheiden muß. Hier hat man die Aufgabe, die durch die Züchtung bereits erhaltenen Samen für den Rübenbau, der Fabrikszwecken dienen soll, zu vermehren, aber nicht Stecklinge zu gewinnen, die noch einer weiteren Züchtung unterzogen werden sollen. Wenn man im ersten Fall die Bequemlichkeit und sogar die Unschädlichkeit einer Generation kleiner Stecklinge befürworten kann, so würde im zweiten Fall eine ähnliche Maßnahme der Grundregel der künstlichen Auslese widersprechen, *nach welcher die einer Auslese zu unterwerfenden Individuen in solche Entwicklungsbedingungen gebracht werden müssen, welche ihre individuellen Eigentümlichkeiten möglichst deutlich zeigen können.* Zu diesem Zweck aber müssen die Pflanzen einen genügend großen Standraum haben und dürfen sich nicht gegenseitig einengen. Bei ungenügendem Vereinzeln aber entstehen Rüben, in denen man nicht mit Sicherheit die den Individuen eigentümlichen erblichen Grundeigenschaften erkennen kann, sondern solche, die durch eine zufällige Wirkung ihres Standortes zu den Nachbarpflanzen hervorgerufen worden sind. Empfehlen daher Samenfirmen, die bei ihnen zur Stecklingsgewinnung bezogenen Samen dichter zu säen, um zuckerreichere Stecklinge zu gewinnen, so hat man trotzdem keinen anderen Grund, diesem Rat zu folgen als die vorgenannten wirtschaftlichen Überlegungen, denn der Zuckergehalt, der durch engen Stand erzielt wurde, vererbt sich selbstverständlich nicht.

Es gibt eine Reihe von *Vermehrungsmethoden*, die allerdings nur bei einzelnen wertvolleren Individuen anwendbar und daher vom Standpunkt der Züchtung interessant sind. Hierher gehört die Methode der geschlechtslosen Vermehrung von Nowatschek, der vorschlug, die im Frühjahr auf dem Kopfe der überwinterten Wurzel ausgetriebenen Knospen herauszuschneiden und sie mit einem kleinen Rübenstück auszupflanzen. Auf diese Weise kann man aus einer Wurzel etwa 50 Pflanzstücke erhalten, die Wurzel fassen und zu selbständigen Pflanzen werden können. Um Fäulnis zu vermeiden, wird empfohlen, die frische Schnittoberfläche mit fein pulverisierter Holzkohle zu bestreuen. Wurzeln, die man von solchen Pflanzen erhält, zeichnen sich durch Unregelmäßigkeit des Wuchses (oft verzweigen sie sich) und durch schwankenden Zuckergehalt aus. Im dritten Jahre aber bringen sie einen normalen Samenertrag. Man nahm an, daß diese Methode eine wesentliche Veränderung in der Technik der Züchtung nach sich ziehen würde und daß man nun in der Lage sein würde, die Auslese strenger zu handhaben, indem man von einer kleineren Zahl vollkommenster Individuen aus-

ginge und sie weiter nach der Methode von NOWATSCHEK vermehrte, um auf diese Weise den Zuckergehalt der Nachkommenschaft schneller zu heben und zu festigen. Aber im Laufe der Zeit, die seit dem Bekanntwerden dieser Methode verflossen ist, hat sich herausgestellt, daß „die vegetative Vermehrung eine Hilfsmethode zur schnellen Vermehrung der Samen darstellt, aber keine Züchtungsmethode ist" (ROEMER). Jedoch kann man auf diese Weise eine Reihe Wurzeln mit gleichen erblichen Eigenschaften gewinnen, diedurch Bestäubung mit dem Pollen der gleichen Vaterpflanze eine Nachkommenschaft mit übereinstimmenderen Eigenschaften liefern als bei der üblichen Vermehrungsmethode.

Ferner gehört zur Methode der geschlechtslosen Vermehrung das von BRIEM untersuchte *Zerschneiden der Wurzeln* der Länge nach in 2 oder 4 Teile, die sich nachher selbständig entwickeln und zusammen einen höheren Samenertrag liefern als nicht zerschnittene Wurzeln.

Eine weitere Hilfsmethode zur Erhöhung der Samenernte ist das *Aufpfropfen der Augen* wertvoller Wurzeln, wodurch man von einer Wurzel bis zu 4 kg Samen erhalten kann (anstatt 100 g) und wobei man die Augen der Zuckerrübe sogar auf eine Futter- oder Speiserübe nach Entfernung sämtlicher Knospen aufpfropfen kann.

Bei besonders wertvollen Wurzeln, die sich durch hohen Zuckergehalt auszeichnen, nutzt man die Fähigkeit der Rüben aus, mehrere Jahre hintereinander Samen zu tragen. Zu diesem Zweck müssen die Wurzeln nach der Samenernte im Boden bleiben, damit sie neue Blätter bilden und erneut Zucker ansammeln können. Ist der Herbst sonnig und genügend feucht, so kann ein bedeutender Prozentsatz der Mutterwurzeln erneut im nächsten Jahre zum Samentragen ausgenutzt werden. Es kommt sogar vor, daß Wurzeln 6mal Samen brachten; jedoch sinkt der Prozentsatz der überlebenden Wurzeln mit jedem Jahre immer mehr.

Außer einer gesteigerten Vermehrung der einzelnen Individuen kann man die Samengewinnung dadurch beschleunigen, daß die 2jährige Vegetationsperiode auf 1 Jahr verkürzt wird, wobei man in Gegenden mit mildem Klima die Herbstmonate ausnutzt oder, wenn man, unabhängig vom Klima, wertvolleres Material bei elektrischer Beleuchtung im Winter züchtet, was die Züchter bereits ausnutzen. Werden die Rübensamen im August des Jahres, in dem sie geerntet worden sind, ausgesät, so kann man in den südlichen Gegenden des Rübenbaugebietes im selben Herbst Wurzeln erhalten, die, wenn sie auch nicht groß sind, doch vollkommen ausreichen, um im nächsten Frühjahr als Stecklinge benutzt zu werden. Auf diese Weise kann man schon im nächsten Jahr Samen des Zuchtmaterials, das möglichst schnell vermehrt werden soll, gewinnen. In Gegenden mit mildem Winter kann man die Rüben, die im Spätsommer gesät worden sind, im Boden lassen und nur behäufeln, um sie dann im Felde überwintern zu lassen (Versuche in Westdeutschland). Bei uns ist ein Verschicken des Auslesematerials von Norden nach Süden möglich, z. B. nach dem Kubangebiet, um im Laufe eines Jahres die Vermehrung zu beschleunigen.

Die Bestätigung hierfür (für das Kubangebiet) besitzen wir in den Versuchen von I. W. JAKUSCHKIN[1]. Für Frankreich findet man ähnliche Mitteilungen bei SCRIBAUX.

Zur Ergänzung der Ausführungen wollen wir bei der Betrachtung der Herkunft der modernen *Sorten der Zuckerrübe* kurz stehenbleiben. Wie bereits früher erwähnt wurde, sind sie durch eine Auslese aus den weißen Sorten der Gemüserübe gewonnen worden, mit denen die Kultur der Rübe zur Zucker-

[1] Über die Versuche in Deutschland s. Jber. ges. Landw. **26**, 168 (1918).

gewinnung etwas mehr als vor 100 Jahren begann. Vor allem ist hier die *weiße schlesische Rübe* zu erwähnen, die seinerzeit als beste Sorte angesehen wurde und die eine nicht allzu lange, birnenförmige Wurzel mit weißem, etwas grünlichem Fleisch und einem etwas aus der Erde herausragenden Kopf sowie hellgrüne Blätter mit herabhängenden Enden hatte. Zu denselben Ursprungssorten gehörte auch die *Quedlinburger* Rübe mit einer längeren, spindelförmigen Wurzel von weißer Farbe, mit einer leichten rosa Schattierung und roten Adern in den Blättern. Wie bekannt, wurde die Rübe ursprünglich nur nach dem Äußeren gezüchtet, ohne daß die Beziehungen der äußeren Form zum Zuckergehalt mit Sicherheit festgestellt waren. Deswegen ist es richtiger, die Geschichte der systematischen Verbesserung und die Gewinnung zuckerhaltiger Sorten erst von dem Augenblick an zu beginnen, als man anfing, auch den Unterschied in der chemischen Zusammensetzung der einzelnen Individuen zu berücksichtigen. In dieser Hinsicht wurde in Frankreich der Anfang gemacht, wo Vilmorin im Jahre 1847 ein bedeutendes Schwanken des Zuckergehaltes in den einzelnen Wurzeln feststellte. Vom Jahre 1850 an wandte er die Auslese nach dem Zuckergehalt an, indem er diesen nicht direkt sondern indirekt nach dem spezifischen Gewicht eines herausgeschnittenen Zylinders oder nach dem aus diesem Zylinder herausgepreßten Saft (1852) bestimmte. Infolgedessen überflügelte *die Sorte von* Vilmorin im Zuckergehalt bald alle anderen Sorten. Die Mitteilung Vilmorins von der Vererbung des Zuckergehaltes, die auf der Prüfung der Nachkommenschaft begründet ist, geht auf das Jahr 1856 zurück. Weil Vilmorin nach dem spezifischen Gewicht selektionierte und der Form der Wurzel früher wenig Beachtung schenkte, war das Äußere anfänglich unbefriedigend. Durch die nachfolgenden Auslesen wurde auch in dieser Hinsicht eine Verbesserung herbeigeführt.

Der Zuckergehalt stieg in Frankreich in folgendem Tempo:

1811	1838	1868	1888	1898	1908	1912
6—7 %	8,8 %	11,1 %	13,7 %	15,2 %	18,1 %	18,5 %

Ende der 50er Jahre wurde die Methode von Vilmorin in Deutschland in Klein-Wanzleben angewandt, wobei nach den Mitteilungen von Birnbaum eine bekannte Rübensorte: Knauers *Imperial* der Verbesserung unterzogen wurde[1]. So entstand die jetzt sehr verbreitete *Klein-Wanzlebener Rübe*, die etwas ertragreicher, aber auch etwas weniger frühreif als die Rübe von Vilmorin ist. Später (1862) wurde zur Verbesserung dieser Sorte von Rabbethge die Methode der polarimetrischen Bestimmung eingeführt. Vilmorin gebrauchte das Polarimeter zur Kontrolle bei der Auslese nach dem spezifischen Gewicht schon in den 50er Jahren; hier ist aber die Rede von einer Massenanwendung der Polarisation. In Klein-Wanzleben wurde auch die Zuckerbestimmung in der Rübe und nicht nur im Saft zum erstenmal angewandt. Außer den genannten Firmen haben an der Verbesserung der Zuckerrübe noch viele andere gearbeitet: Dippe, Bestehorn, Rimpau in Deutschland, Simon Legrand und Deprez in Frankreich, Vohanka in Böhmen, Walkow in Rußland u. a. m. Jedoch sind die verbesserten Sorten „Vilmorin" und „Klein Wanzleben" auch heute noch vorherrschend, nicht nur am Orte ihrer Entstehung, sondern auch in anderen Gegenden, bei zahlreichen Samenzüchtern in Frankreich, Deutschland und Rußland.

Die in Rußland vorhandenen Sorten sind nicht selbständig entstanden, sondern durch Akklimatisation und Auslese der westlichen Sorten, vorzüglich der beiden obengenannten, unter unseren Verhältnissen. Unsere Boden- und

[1] Letzten Endes erscheint als Ausgangsmaterial auch hier die weiße schlesische Rübe (die frühere Gemüsesorte).

Klimaverhältnisse sind nicht nur für einen Anbau zuckerreicher Wurzeln sondern auch für ein gutes Ausreifen der Samen zweifellos günstig. Die züchterische Arbeit fand bei uns nicht sofort die richtige Richtung. Eine Zeitlang stieg die Zahl der Zuchtstationen[1] schnell an; nach den Mitteilungen von KUDELKA erreichte ihre Zahl im südwestlichen Rußland und in Kongreßpolen (frühere Grenzen) in den 80er Jahren bereits 60. Aber darauf machte sich eine gewisse Hemmung bemerkbar und der Saatgutbezug bei den ausländischen Züchterfirmen wurde wieder aufgenommen. Das liegt daran, daß früher in den meisten Fällen zu großes Gewicht auf mechanische Massenauslese nach dem Zuckergehalt gelegt und der methodischen Auslesearbeit des Züchters mit den ausgewählten Familien zu wenig Beachtung geschenkt wurde. Eine solche Arbeit ist aber langwierig und verlangt große Spezialkenntnisse; deswegen sind die Samenpflanzen, die derart ausgelesen wurden, immer teurer als andere Samen, unabhängig davon, ob sie in Rußland oder in Westeuropa gezüchtet wurden. Während die in vielen Fällen rasch errichteten Stationen nur Laboratorien für Massenpolarisation waren, bauten einige Firmen im Südwesten und in Polen ihre Auslesearbeit immerhin auf breiteren Grundlagen auf; von diesen erreichten BUCZINSKY und LONSHINSKY, ZALENSKY, JANASCH, MEISEL und einige andere große Erfolge[2]. Jedoch gab es infolge der mangelhaften Unterscheidung zwischen den einheimischen Samen von verschiedener Qualität und dem Streben nach vereinfachten mechanischen Arbeitsmethoden eine gewisse Enttäuschung in den einheimischen Samen überhaupt. Es machte sich eine verstärkte Nachfrage nach ausländischem Saatgut bemerkbar. Die Firma Rabbethge & Giesecke (Klein-Wanzleben) zeigte insofern eine verstärkte Tätigkeit, als sie Vermehrungsfelder auf gepachteten Gütern im Südwesten Rußlands mit dem Zentrum in Winniza errichtete, wobei die „Elite" aus dem Ausland bezogen wurde. Nur vor dem Kriege stellte sich heraus, daß die besten südwestlichen Firmen mit den Auslandsfirmen erfolgreich konkurrieren konnten. Besonders hervorgehoben sei hier noch, daß die Mißernte an Rübensamen in Deutschland im Jahre 1911 zu einer Ausfuhr an Rübensamen von uns nach dem Auslande Anlaß gab, die vor dem Kriege einen Umfang von 100000—165000 dz alljährlich hatte; der Eigenverbrauch an Samen betrug ca. 290000 dz einschließlich Polen, aber gleichzeitig fand auch eine Einfuhr von Eliten aus Deutschland statt.

Der Krieg unterbrach sowohl die Einfuhr der Eliten aus dem Auslande als auch die Arbeit des größten Teiles unserer Stationen. Die Abhängigkeit von Deutschland erwies sich während des Krieges als recht ungünstig, als die Einfuhr der Eliten aus dem Auslande unmöglich wurde. Die ungenügende Weiterentwicklung und Vertiefung der Zuchtarbeit in Rußland zeigte sich mit großer Deutlichkeit.

Man war gezwungen, für die *Entwicklung eigener Zuchtzentren* zu sorgen, wobei die Verhältnisse für die Organisation der Züchtung in der Nachkriegszeit äußerst ungünstige waren.

Gegenwärtig stehen 12 Zuchtstationen unter der Zuchtleitung des Zuckertrustes. Trotz der Störungen, die in den Arbeiten vieler dieser Stationen durch die Ereignisse der Jahre 1917—1920 hervorgerufen wurden, waren die Ergebnisse der Sortenprüfung bereits im Jahre 1923 günstig. Die nachfolgenden Jahre bestätigten die hohe Einschätzung unserer Zuckerrübenzuchtsorten[3].

---

[1] Dies waren keine Zuchtstationen im modernen Sinne des Wortes. Es waren Laboratorien für eine Massenpolarisation.

[2] Siehe die Mitteilungen, die in der Kijewer Z. Zuckerind. 1915 u. 1916 abgedruckt sind.

[3] Siehe SOLJAKOW: Die Zuckerrübensorten nach den Ergebnissen der kollektiven Sortenprüfung (eine Reihe von Berichten von 1923—26).

Nicht selten wird die Frage aufgeworfen, bis zu welcher Grenze denn nun eigentlich in Zukunft *die Steigerung des Zuckergehaltes der Rüben getrieben werden kann.* Vilmorin sagt, daß er niemals Wurzeln mit einem stärkeren Zuckergehalt als 23% beobachtete. Jedoch berichtet eine Reihe von Autoren von einem weit höheren Zuckergehalt einzelner Wurzeln. Allerdings bezieht sich die Mehrzahl dieser Mitteilungen nicht auf Europa. So kennen wir Mitteilungen von einem Zuckergehalt von 26% für Ägypten (Tracy), von 26—30% für Madison (U.S.A.) sogar von 34% für Kalifornien (Aulard). Pellet teilt mit, daß dieselben Samen in Frankreich 16%, in Ägypten aber 25% ergaben. Diese Angaben deuten auf das Bestehen irgendeines Unterschiedes in der Höchstgrenze des Zuckergehaltes in den verschiedenen Klimaten hin. Nach einigen Autoren wird diese Grenze dadurch bestimmt, daß auf einer bestimmten Höhe des osmotischen Druckes ein Übergang des Zuckers in Stärke beginnt. So enthielt nach Lode eine Rübe mit 27% Zucker die Stärke in „anormal großen Mengen." Wird die Beobachtung bestätigt, daß die Zuckeranhäufung im Saft durch die beginnende Stärkebildung begrenzt wird, so kann der größere Zuckergehalt der Rübe im Süden nicht nur durch die größere Assimilationsenergie sondern auch durch den schwierigen Übergang des Zuckers in Stärke bei höheren Temperaturen erklärt werden[1]. Werden diese Annahmen überhaupt in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit bestätigt, so würde sich herausstellen, daß die Grenze des höchsten Zuckergehaltes für die verschiedenen Breiten verschieden hoch liegen wird; die Einwirkung der Breite und anderer Standortsverhältnisse hat aber nichts Gemeinsames mit den Aufgaben der Züchtung. Die Verlangsamung des Tempos in der Steigerung des Zuckergehaltes während der letzten Jahre in Europa kann jedenfalls nicht bestritten werden. Deswegen ist es möglich, daß die Höchstgrenze, wenn sie auch noch nicht erreicht ist, unter den gegebenen Verhältnissen doch bereits nicht mehr so entfernt liegt.

Man muß außerdem bedenken, daß die Züchtung bisher gewissermaßen einseitig auf Hebung des Zuckergehaltes zuungunsten der Ertragsfähigkeit eingestellt war; dies ist deutlich aus den statistischen Angaben für Deutschland und Frankreich zu sehen. Offenbar ist in Zukunft die dankbarste Aufgabe in der Auslese nach der größten Ertragsfähigkeit bei Wahrung des gleichen Zuckergehaltes der Wurzeln zu suchen.

13. Beschädigungen und Krankheiten der Zuckerrübe.

Abweichungen vom normalen Entwicklungsgang der Rübe können durch *meteorologische Verhältnisse* oder *schädliche Einwirkungen der Feinde* der Rübe, der pflanzlichen und tierischen Parasiten, hervorgerufen werden. Zur 1. Gruppe gehören die *Beschädigungen durch Morgenfröste, Hagelschlag, Verwehen* (die Wirkung des Windes und der von ihm getriebenen Bodenkrümel) und ferner das Auftreten des *Schossens der Rübe.* Unter dem Schossen wird die Bildung eines samentragenden Stengels bereits im ersten Jahre verstanden, die von unerwünschten Erscheinungen begleitet wird, wie Verholzung der Wurzel, Sinken ihres Gewichtes und ihres Zuckergehaltes (letzteres wird allerdings nicht immer beobachtet) und infolgedessen einer geringeren Eignung einer solchen Wurzel zur Verarbeitung. Das Schossen wird manchmal als Atavismus angesprochen, d. h. als das Auftreten von Merkmalen eines entfernten Ahnen bei einem Individuum, im betreffenden Fall der Stammform der Rübe, Beta vulgaris, die, wenn sie ihre Entwicklung in einem Jahre beendet, sich gerade durch holzfaserreiche, zuckerarme, dünne Wurzeln auszeichnet. Der Grad des Auftretens dieser Neigung

[1] Beobachtungen von W. R. Zalensky in Saratow.

aber hängt von äußeren Verhältnissen ab. Außerdem ist jetzt festgestellt worden, daß das Samentragen im ersten Jahr gar nicht eine unbedingte Eigenschaft der wildwachsenden Beta ist. Die Ursachen des Schossens der Rübe sind noch nicht vollkommen erforscht. Es wird darauf hingewiesen, daß gewisse Witterungsverhältnisse, die eine Unterbrechung des Wachstums hervorrufen, wie z. B. niedrige Temperatur nach der Saat und nach dem Verziehen, ein sehr trockener Juni und Juli und darauffolgende feuchte Monate diese Erscheinung begünstigen. In Verbindung damit steht die Tatsache, daß die Herbstaussaat der Rübe, die man im Westen zur Herbeiführung eines frühen Auflaufens im Frühjahr anzuwenden versuchte, einen hohen Prozentsatz an Schossern ergab. Es wird weiterhin behauptet, daß alte Samen mehr Schosser bringen als Samen der letzten Ernte und daß eine wiederholte Anwendung einer dichteren Saat diese Neigung ebenfalls steigert. Jedenfalls beobachtete Proskowetz eine Verdoppelung des Prozentsatzes an Pflanzen, die bereits im ersten Jahr Samen trugen, wenn man im Laufe dreier Generationen kleine Stecklinge verwendet hatte. Geraten durch Betrug Samen, die von 1jährigen Rüben gewonnen wurden, unter das Saatgut, so entsteht natürlich eine Mehrung der Schosser. Rimpau, der im Laufe von 5 Generationen Samen geschoßter Rüben aussäte, erhielt eine fast gänzlich 1jährige Rasse; 94% trugen im ersten Jahr Samen. Endlich bleibt auch die Sorte nicht ohne Wirkung: z. B. neigt die verbesserte weiße Vilmorin-Sorte mehr zum Schossen als die *Klein-Wanzlebener,* obgleich hier die Unterschiede nicht deutlich sind. Das Abschneiden der Stengel, das früher als Kampfmittel gegen das Schossen der Rübe empfohlen wurde, wirkt nicht immer, weil die Vernichtung eines Stengels die Bildung mehrerer anderer hervorruft. Besser sind die *Vorbeugungsmittel* wie z. B. die Auswahl zum Schossen weniger geeigneter und die Auswahl gesunder, auf normale Weise gewonnener frischer Samen; es wird z. B. darauf hingewiesen, daß für die Klein-Wanzlebener Sorte eine Herabsetzung der Schosser von 3,5% bis auf 0,5—1% erreicht worden ist.

Wir gehen nun zu Erkrankungen über, die durch die verschiedenen *Rübenschädlinge* hervorgerufen werden. Bei häufiger Wiederkehr des Rübenbaues auf demselben Felde kann die sog. *Rübenmüdigkeit des Bodens* eintreten. Diese Erscheinung besteht darin, daß die anfangs gut aufgelaufenen Rüben gewöhnlich nach dem Verziehen anfangen gelb zu werden. Eine bedeutende Zahl der Pflanzen stirbt ab, die anderen kämpfen gegen die Krankheit an, entwickeln sich aber unregelmäßig und reifen viel später als die gesunden Rüben, da sie im Wuchse bedeutend zurückbleiben. Sie bringen im Vergleich zu den letzteren einen kleineren Ernteertrag an Wurzeln bei einer verhältnismäßig hohen Ernte an Blättern. Die Wurzeln sind außerdem zuckerarm, von unregelmäßiger Form und faulen leicht beim Aufbewahren. Ist diese Erscheinung einmal aufgetreten, so wiederholt sie sich auch in den nachfolgenden Jahren. Häufig ist man gezwungen, wenigstens für eine gewisse Zeit, den Rübenbau auf dem betreffenden Felde zu unterlassen. Diese Erkrankung wird auf Böden beobachtet, die schon lange zum Zuckerrübenbau herangezogen werden. Sie tritt um so leichter in Erscheinung, je häufiger die Rübe auf demselben Felde wiederkehrt. Die Ursache ist die von Schacht entdeckte und von Kühn näher erforschte *Rübennematode,* Heterodera Schachtii (Fadenwurm aus der Familie der Älchen).

Die geschlechtslosen Larven, die eine Länge von $^1/_2$ mm erreichen, bewegen sich im Boden fort, treffen auf die Rübenwurzel, dringen in diese ein und ernähren sich von ihrem Saft. Nachdem das Männchen sich eine gewisse Zeit ernährt und darauf gehäutet hat, verläßt es die Wurzel und geht wieder in den Boden zurück. Das Weibchen dagegen bleibt die ganze Zeit über in der Wurzel. Zuerst ist es genau so groß wie das Männchen, später schwillt es aber an und verliert voll-

ständig die Fähigkeit sich zu bewegen. Unter der Einwirkung des Wachstums des Weibchenleibes platzt die Epidermis der Wurzel. Dann bleibt das Weibchen nur noch mit dem Kopfteil in der Wurzel, so daß eine Befruchtung bei ununterbrochener Ernährung möglich ist. Das befruchtete Weibchen ist bereits für das unbewaffnete Auge sichtbar als eine weißliche Schwellung an den Wurzeln. Es enthält etwa 300—350 Eier. Darauf platzt der Körper des Weibchens und die befreiten Larven verlassen die Wurzel. Sie verbreiten sich im Erdboden und dringen in frische Wurzeln ein; hier wiederholen sie den Kreislauf der Entwicklung usw.

Als Bekämpfungsmittel der Nematoden wurde in Deutschland, wo sich diese Schädlinge besonders bemerkbar gemacht haben, Umgraben oder tiefes Umpflügen der Felder zuerst empfohlen. Dies hatte den Zweck, die Nematoden in Bodenschichten zu bringen, die arm an Sauerstoff sind, um sie dadurch zu töten. Jedoch ist diese teure und wenig wirkende Maßnahme fast undurchführbar. Dasselbe kann man vom Abbrennen des Bodens der betroffenen Felder sagen, von der Vergiftung des Bodens mit Schwefelkohlenstoff. Beide Maßnahmen sind teuer und außerdem hat die erstere ein Verbrennen der organischen Substanz und folglich Stickstoffverluste in den oberen Bodenschichten zur Folge. Als eine zweckentsprechendere Maßnahme ist, trotz ihrer großen Anforderungen an die Genauigkeit ihrer Ausführung die Methode von Kühn: *die Aussaat von Fangpflanzen*, zu bezeichnen. Auf einem von Nematoden befallenen Boden werden nach Möglichkeit billige Samen solcher Pflanzen dicht ausgesät, die von den Nematoden besonders gern befallen werden, z. B. Raps, Hafer, Senf u. a. m. Den Vorzug verdienen solche Pflanzen, die sich schnell entwickeln. Zur Erzielung regelmäßigen Auflaufens wendet man Reihensaat an. Darauf wird mit Hilfe eines Mikroskopes die Entwicklung der Nematoden sorgfältigst beobachtet. Wenn die Weibchen aufhören sich zu bewegen und anschwellen, aber in ihrem Körper noch keine Larven gebildet werden, werden die Pflanzen herausgepflügt und herausgeeggt, so daß ihre Wurzeln teilweise herausgezogen werden und teilweise im Boden austrocknen müssen. Kühn empfiehlt, die Aussaat solcher Fangpflanzen zu wiederholten Malen im Laufe eines Sommers vorzunehmen, indem man die Pflanzen alle 4—5 Wochen vernichtet. Die Methode verlangt, wie wir sehen, eine ständige und sorgfältige Beobachtung und Vorsicht. Wird die Fangpflanze zu früh vernichtet, so gehen die Nematoden, die ihre Bewegungsfähigkeit noch nicht verloren haben, aus den Wurzeln der Fangpflanzen wieder heraus. Noch schlimmer ist es, wenn man mit der Vernichtung zu spät kommt, dann verwandelt sich die Fangsaat in ein Mittel zur Vermehrung der Nematoden. Außerdem ist diese Methode teuer. Der Boden bringt im Jahre der Anwendung der Fangpflanzen keine Rente, die Saaten selbst verursachen große Ausgaben. Es muß ferner bemerkt werden, daß sie wohl die Zahl der Nematoden im Boden verringern, aber nicht restlos vernichten[1]. Um die Ausgaben zu verringern, wurde in Deutschland empfohlen, das Feld nur im Laufe einer Sommerhälfte mit Fangpflanzen zu bestellen, in der zweiten Hälfte dagegen mit Pflanzen, die von den Nematoden nicht befallen werden und nur kurze Zeit auf dem Felde bleiben. Es wurde auf Hanf und Flachs hingewiesen als Pflanzen, die sich hierfür besonders eignen durch eine Ernte längere Zeit vor dem Ausreifen der Samen, wie es zur Gewinnung feiner Fasern erforderlich ist und auch im Auslande geübt wird. Als Vorbeugungsmittel wird die Wahrung normaler Entwicklungsbedingungen für die Rübe empfohlen: Eine normale Fruchtfolge, in welcher die Rübe nicht mehr als ein Viertel bis ein Fünftel der Felder einnimmt, je nach ihrem Befall;

[1] Spätere Mitteilungen über diese Frage siehe in der soeben erschienenen Arbeit von N. J. Korob: Über die Rübennematode. Arb. d. Zuchtstat. Belozerkow 1927.

eine tiefe Bodenbearbeitung und die notwendige Düngung. Im Falle eines Versagens aller dieser Maßnahmen ist man gezwungen, den Rübenbau nicht nur für eine Zeitlang einzustellen sondern auch den Anbau von Kreuzblütlern auf den befallenen Feldern zu unterlassen (Rübsen, Senf, Raps, Kohl, Leindotter u. a. m.) und ebenfalls von Hafer und Sonnenblumen.

Kartoffeln, Hanf, Lupinen, Mohn und Buschbohnen sind den Nematoden gegenüber neutral; der Anbau von Zichorie, Roggen, Mais, Luzerne und Flachs setzt den Verseuchungsgrad des Bodens mit Nematoden herab (Roemer).

Bis vor kurzem wurde angenommen, daß die östliche Grenze der Verbreitung der Rübennematoden durch Polen hindurchführt. Jedoch sind im Jahre 1923 *auch bei uns Ansteckungsherde festgestellt worden*, am mittleren Dnjepr-Lauf, etwa 75 km längs des Flußlaufes und etwa 40 km westlich von ihm[1].

Schädliche Insekten. Die *Erdflöhe* schädigen die Rüben nicht nur im Käferstadium sondern auch im Larvenstadium, indem sie die jungen Blätter auffressen. Warmes und trockenes Wetter begünstigt die Entwicklung dieses Insektes, kaltes und nasses dagegen verlangsamt seine Vermehrung. Eine Vorbeugungsmaßnahme ist frühe und genügend dichte Aussaat auf gut gedüngtem und von Unkräutern reinem Boden, um zur Zeit des Auftretens dieser Insekten genügend kräftige und gleichmäßige Pflanzen zu besitzen, die bald darauf gegen die Anfälle der Flöhe wenig empfänglich sind.

Ein anderer in Rußland bekannter Rübenfeind ist der *Cleonus punctiventris* u. a. Arten (Derbrüßler, er wird bei uns auch einfach „Rübenkäfer" und „Schweinchen" genannt). In ausgewachsenem Zustand schädigt er ebenfalls die junge Saat, indem er in der ersten Zeit die ganze Pflanze auffrißt, später die Blätter oder die Blattränder. Seine Larven aber, die im Boden leben, nagen die Wurzeln in ihrem dünnen Teil an, wodurch die Pflanze entweder ganz eingeht oder bei wenig starker Beschädigung eine verzweigte Wurzel entwickelt. Bekämpfungsmittel sind: Anlegen von Gräben, die mit Fangvorrichtungen versehen sind, um die Felder, Sammeln der Käfer mit der Hand, Herauspflügen und Vernichten der Larven, Bespritzen der Pflanzen mit einer 5proz. Chlorbariumlösung, mit Schweinfurter Grün (die Infektion mit parasitären Pilzen ist aus dem Versuchsstadium nicht herausgekommen). Vor allem wird das Sammeln der Käfer angewendet. Die Anwendung einer Reihendüngung hilft den Pflanzen, gegen den Käfer anzukämpfen. Dieses Insekt ist vor allem im Südwesten verbreitet, wo es auch früher auf den Wildpflanzen häufig vorkam. Mit der Ausdehnung des Rübenbaues aber hat es sich außerordentlich stark vermehrt und zwingt die Landwirte oft, das Feld umzupflügen und noch einmal Rüben zu säen.

Ein nicht so beständiger aber gefährlicherer Feind der Rübenfelder ist die Raupe des Rübenzünslers, *Botys sticticalis*[2], welche die Rübenblätter auffrißt. Zur Bekämpfung dieses Insektes und um seiner Vermehrung vorzubeugen, werden folgende Maßnahmen empfohlen: 1. Auf dem Kriechwege der Raupen wird ein *Graben* mit einer senkrechten, abbröckelnden Wand gegraben, in dem die Raupen je nach der Ansammlung vernichtet werden, indem man in ihm Stroh verbrennt. Diese Maßnahme ist bequem, wenn die Raupen von den benachbarten Brachefeldern aus in Massen in das Feld einwandern. Ist aber die Raupe auf dem Felde selbst entstanden und bilden die Beschädigungen schnell wachsende, hier und da zerstreute runde Flächen, die sich später vereinigen können, so wird die Durchführung einer solchen Maßnahme erschwert. 2. Es empfiehlt sich, beim ersten Auftreten solcher Flächen die Raupen mit Spaten schnell

[1] Siehe Bull. des S. S. U. Zuckertrustes 1924, Nr 8.

[2] Dasselbe Insekt wurde zum Unglück der Nichtentomologen späterhin auch Eurycreon sticticale und noch später Phlyctaenodes sticticalis genannt.

zu *zerdrücken*, oder 3. *Verbrennen von Stroh*, das auf diesen Flächen ausgebreitet wird, um die Raupen zu ersticken; die Rüben leiden darunter wenig. 4. Bespritzen mit insektiziden Mitteln, Bestreuen mit feinem Kalkpulver usw. Es ist festgestellt worden, daß insektizide Mittel die Raupen in ihrem ersten Entwicklungsstadium besser vernichten als in den späteren Stadien. 5. *Einsammeln der Raupen* mit besonderen Geräten, z. B. Eisenblätter mit umgebogenen Rändern, die der Breite zwischen den Reihen entsprechen. Sie werden zwischen den Reihen hindurchgeschleppt. Bei der Fortbewegung bis an das Ende der Reihe werden sie mit Raupen angefüllt, wenn man dafür sorgt, daß die Blätter in dem Augenblick, wo das Gerät gerade an der Pflanze vorübergeht, mechanisch erschüttert werden. Solche Einsammler können vielreihig sein. Andere wenden wieder Sammler an, die wie ein Muldbrett gebaut sind; sie werden jedoch sehr leicht aus Segeltuch hergestellt, das auf einen Holzrahmen senkrecht zur Bewegungsrichtung gespannt ist. Eine solche Falle sammelt, indem sie über die Rübenblätter hinweggleitet, ohne sie zu beschädigen, große Raupenmengen. Weil sie ferner einen breiten Streifen erfaßt, so erledigt sie die Arbeit rasch und die Arbeit kann auch leicht wiederholt werden. 6. *Das Abmähen und Entfernen der Blätter* kann in extremen Fällen ebenfalls als Kampfmittel gegen die Raupen dienen. Seine Anwendung beruht darauf, daß die Pflanze unter dem Abschneiden der Blätter weniger leidet als unter den Raupen, die, nachdem sie die Blätter vernichtet haben, auch manchmal den Kopf der Rübe annagen. Haben wir das Kraut vernichtet, so haben wir der Raupe die Nahrung entzogen; wir können ihr Wachstum und ihre Verbreitung aufhalten. Die Rübe bildet neues Kraut, jedoch nicht ohne Nachteil für ihre Entwicklung. Aber die Unterbrechung des Wachstums durch das Abmähen ist gewöhnlich kürzer als durch eine ausgedehnte Tätigkeit der Raupen. 7. Dem Abmähen der Blätter muß ein *Häufeln* der Rüben folgen, was sich in diesen Fällen übrigens auch abgesehen vom Mähen empfiehlt, um den Rübenkopf vor Beschädigungen durch die Raupen zu schützen.

Außer den Mitteln, die Raupen zu bekämpfen, empfehlen sich Maßnahmen, die ihr Auftreten *verhindern*. Hierher gehört eine tiefe Bodenbearbeitung im Herbst besonders auf den Feldern, in denen die Puppen liegen, um diese Puppen tief unterzubringen und den Austritt der Schmetterlinge an die Oberfläche zu erschweren. Sind die Schmetterlinge aber schon ausgeschlüpft und fliegen sie umher, so wird an den Feldrändern Stallmist oder Torf verbrannt, damit der sich lagernde Rauch die Schmetterlinge verjagt und keine Eierablage auf den Feldern stattfindet. Zu demselben Zweck werden die Schmetterlinge mit Besen von den Feldern vertrieben. Bemerkt man aber bereits abgelegte Eier, so werden sie vernichtet, indem die Blätter zerdrückt oder abgeschnitten werden; diese Blätter werden vom Felde entfernt, ebenfalls die Unkräuter, die beim Vereinzeln herausgerissenen Rübenpflanzen usw. Die Raupe des Rübenzünslers hat ihre eigenen Schädlinge, die unter gewissen Verhältnissen ganze Generationen des Rübenzünslers vernichten können.

Während bei uns Derbrüßler und Rübenzünsler als Hauptschädlinge der Rüben anzusehen sind, richten in Deutschland von den Insekten die Larven der *Runkelfliege* den größten Schaden an, die der gewöhnlichen Zimmerfliege sehr ähnlich ist (Pegomyia hyoscyami). Diese Larven fressen das Parenchym der Blätter aus, indem sie innere Gänge bilden; daher der Name: „Minierfliege".

Einen geringeren Schaden als die erwähnten Insekten richtet der nebelige Schildkäfer (Cassida nebulosa) an. Seine Larven und Imagoformen fressen an den Rübenblättern Löcher. Sie gehen von der Melde auf die Rübe über. Außerdem sei noch der Käfer *Atomaria linearis* erwähnt, der die ausgesäten Samen bei ihrer Keimung oder die Wurzeln der jungen Saat auffrißt. Starker gleich-

mäßiger Bestand wird wenig beschädigt. Der *Engerling* vernichtet einzelne Exemplare der Rübe, indem er die Wurzeln anfrißt. An den eingegangenen Pflanzen kann man den Engerling in der Erde finden und ihn vernichten. Manchmal werden die Rübenblätter von den Raupen der Eulen *Agrotis segetum* und *Plusia gamma* beschädigt, jedoch ist dieser Schaden verhältnismäßig nicht so groß[1].

Von den *pflanzlichen Parasiten* sind einige Arten von Uromyces, Peronospora schädlich, jedoch der Hauptschaden wird durch den *Wurzelbrand* hervorgerufen. Karlson, der die Beschädigungen durch den Wurzelbrand in Rußland beobachtet hat, beschreibt diesen Schaden folgendermaßen:

„Die jungen Pflanzen entwickeln sich, sie haben bereits 2—4 Blätter. Zu dieser Zeit bemerken wir bei aufmerksamer Beobachtung, daß die Reihen stellenweise lichter werden und daß zwischen ihnen hier und da eingegangene vollkommen vertrocknete und, falls Regen gefallen war, in den Boden hineingeschlagene Pflanzen sich vorfinden. Die Entwicklung des ganzen Feldes geht langsamer vor sich. Je weiter die Zeit vorgeschritten ist, desto langsamer wird das Wachstum; schließlich bleibt es fast völlig stehen. Gewöhnlich beschließt man, falls man diese Erscheinung beobachtet hat, mit dem Verziehen eines solchen Schlages zu warten. Die Reihen werden inzwischen immer lichter und lichter, stellenweise entstehen mehr oder weniger große freie Flächen. So geht es 1, 2 bis sogar 3 Wochen fort. Endlich kann man mit dem Verziehen nicht länger warten. An eine richtige Arbeit ist in solchem Falle nicht mehr zu denken. Man ist bemüht, nach Möglichkeit gesunde und kräftige Pflanzen stehenzulassen, ohne der Unregelmäßigkeit der Abstände zwischen ihnen Beachtung zu schenken. Während des Verziehens wird folgendes bemerkt. — Der größte Teil derjenigen Pflanzen, wenn nicht alle, die ausgerissen worden sind, haben bedeutend verdickte Blätter, die ein blasseres gelbliches Grün aufweisen. Die Wurzel der Pflanze verengt sich unmittelbar unter der Erdoberfläche oder $2^1/_2$ cm unter der Erdoberfläche sehr stark und plötzlich und bildet weiterhin nach unten nur einen dünnen, vollkommen schwarz gewordenen Faden. An den stehengebliebenen Pflanzen aber macht sich auch fernerhin das Pflanzenabsterben bemerkbar. In Prozenten ausgedrückt ist es natürlich geringer und kann je nach günstigen Wetterverhältnissen nach einiger Zeit ganz aufhören, nachdem ein bedeutender Teil der künftigen Ernte vernichtet ist. Manchmal dauert es aber auch bis zur völligen Vernichtung des Feldes an. Bestellen wir das Feld mit dem Saatgut, das wir im Frühjahr noch übrigbehalten haben, noch einmal, so beobachten wir eine buchstäbliche Wiederholung derselben Erscheinung und sind schließlich gezwungen, das Feld statt mit Zuckerrüben mit Buchweizen, Hirse oder etwas ähnlichem zu besäen[2].“

Die mikroskopische Untersuchung gab Karlson die Möglichkeit, darauf zu schließen, daß die Ursache dieser Krankheit ein Befall der Rübenwurzeln mit Pilzen ist. Die Hyphen dieser Pilze dringen durch die Spaltöffnungen in das Parenchym und rufen ein Absterben desselben hervor, während der Mittelteil (Gefäßbündel) dem Befall mit Pilzen länger widersteht. Noch früher äußerte Hellriegel, daß der Wurzelbrand durch Pilze hervorgerufen wird und begründete seine Meinung mit der Tatsache, daß bei desinfizierten Samen der Prozentsatz an dieser Erkrankung herabgesetzt ist. Die von Karlson durchgeführten Versuche haben bestätigt, daß das Saatgut ebenfalls als Verbreiter der Pilze anzusehen ist, wobei zu bemerken ist, daß die jungen Pflanzen, die aus Samen mit geringem Nährstoffvorrat stammen, schwache Pflanzen sind, und daß eben-

[1] Eine genaue Übersicht über die Schädlinge s. bei Wassiljew: Z. Zuckerind. Kijew 1906.

[2] Ann. d. Akad. in Petrowsko-Rasumowskoje 1890, 3. H.

falls solche Pflanzen, die von Samen stammen, welche von kleinen Stecklingen gewonnen wurden, dieser Krankheit stärker ausgesetzt sind. KARLSON versuchte die Samen mit 1proz. Karbolsäure oder mit Kupfervitriol zu beizen. Die Erkrankungsfälle nahmen ab, aber verschwanden nicht, weil der Boden ebenfalls Pilzsporen enthielt. Bei einer Anwendung von Kupfervitriol sank außerdem die Keimfähigkeit der Samen bedeutend.

Jetzt benutzt man zum Beizen der Rübensamen entweder eine Formalinlösung oder verschiedene andere patentierte Mittel, so in Deutschland: Betanal, Germisan, Uspulun, wobei nicht selten die „Trockenbeize" angewandt wird.

Als Urheber des Wurzelbrandes werden meistens Pythium de Baryanum und Phoma betae genannt[1]. Nach den Untersuchungen von PETERS (1913) wird Phoma betae fast ausschließlich an den Samen, Phythium (und Aphanomyces) ebenfalls im Boden angetroffen.

In neuerer Zeit ist bemerkt worden, daß eine saure Bodenreaktion die Erkrankung an Wurzelbrand begünstigt. In diesem Falle muß eine Kalkung, abgesehen von anderen günstigen Wirkungen, ebenfalls ein Mittel gegen diese Erkrankung sein.

Gegen Ende des Sommers können auf den Blättern der Rübe *Rostflecke* auftreten, die auf die Entwicklung der Uredosporen von *Uromyces betae* hinweisen, oder braune Flecke, die ein vorzeitiges Absterben der Blätter verursachen und durch den Pilz *Cercospora beticola* hervorgerufen werden. Bekämpfungsmittel hierfür sind noch nicht ausgearbeitet worden. Man nimmt aber an, daß Bespritzen mit Bordeauxbrühe nützlich sein kann.

Es wurden Rübensorten festgestellt, die immun gegen Cercospora sind; gleichfalls die Beta plantaginiflora von ZALENSKY[2].

Während der Aufbewahrung können die Wurzeln unter *„Bakteriosis"* leiden.

Die früher ausschließlich als Pilzkrankheit angesehene sog. *„Herz-* oder *Trockenfäule"* der Rübe hat sich abhängig gezeigt von der alkalischen Reaktion des Bodens, die vor allem dort entsteht, wo die Düngung mit Scheideschlamm übertrieben wird.

b) Futterwurzelfrüchte.

1. Die Futterrübe.

Während der Zuckerrübenbau bei uns eine bedeutende Entwicklung erreicht hat (bis zu 0,6 % der bebauten Fläche), fand der Anbau der *Futterrübe* bis zur jüngsten Zeit keine genügende Beachtung. Jedoch muß den Futterwurzelfrüchten zur Hebung der Produktion sowohl der Feldwirtschaft wie der Viehzucht eine bedeutende Rolle zugewiesen werden.

Weil bei dem Futterrübenbau nicht nur eine gewisse Substanz (Zucker) eine Rolle spielt sondern die Summe von Nährstoffen je Hektar, so stimmen sowohl die Zusammensetzung wie auch das Äußere der Futterrübensorten und ihre Kulturmaßnahmen nicht überein mit den Ansprüchen, die an die Zuckerrübe gestellt werden. Im allgemeinen sind die Wurzeln bei Futterrüben größer, weil von ihnen hohe Massenerträge verlangt werden. Dabei besitzen die Wurzeln keine einheitliche Form; sie können rundlich oder oval sein. Ihr Kopf kann stark aus der Erde hervorragen; oft sind sie rot oder gelb gefärbt und dieselbe Färbung können auch Blattansatz und Blattnerven aufweisen.

Die Entwicklung des Kopfes, des Halses und der Wurzel selbst ist bei den einzelnen Sorten sehr verschieden, wie die folgenden Angaben (von KRAUS) zeigen:

[1] Siehe z. B. bei TRZEBINSKY: Z. Zuckerind. Kijew 1 (1907) u. d. f.

[2] Siehe SCHEWSCHENKO: Über die Einwirkung von Cercospora betaecola auf die Zuckerrübe. Arb. d. Zuchtstat. Belozerkow, Kijew (1927).

	Futterrübensorten					Zuckerrübensorten	
	Oberndorfer %	Leutewitzer %	Eckendorfer %	Kuhhorn %	Mammut %	Knauers Imperial %	Klein-Wanzlebener %
Länge des Kopfes	45,4	13,4	12,7	7,0	6,9	4,1	7,5
Länge des Halses	30,5	14,0	20,7	8,2	9,3	5,0	9,3
Länge der Wurzel (in % der Gesamtlänge)	24,1	72,6	66,6	84,8	83,8	90,9	83,8
Über der Erde befinden sich	39,0	15,0	35,0	24,0	20,0	—	—

Ihrer Zusammensetzung nach sind die Wurzeln der Futterrüben verhältnismäßig *wasserreich*. In der Trockensubstanz enthalten sie weniger Zucker, obgleich auch hier der Zucker den Hauptbestandteil bildet. Durchschnittlich kann man folgende Zusammensetzung annehmen:

	Trockensubstanz %	Rohprotein %	Stickstofffreie Extrakte %	Rohfaser %
Futterrüben	12,0	0,8	8,3	0,3[1]
Zuckerrüben	25,0	0,9	20,3	0,5

Das Rohprotein besteht zu fast zwei Drittel aus Amido-Verbindungen und nur ein Drittel entfällt auf das Eiweiß im engeren Sinne.

Die *Futterrübensorten* werden je nach der Wurzelform eingeteilt in: 1. *lange*, die größtenteils im Boden sitzen und verschieden gefärbt sein können (lange weiße, lange gelbe, lange rote Rübe), gerade oder gebogene (Kuhhorn); 2. *ovale*, mit halb in der Erde sitzender Wurzel (Barres, Vauriac); 3. *zylinderförmige* oder sackartige, wie die Eckendorfer (rot und gelb), Arnim-Criewener, Excelsior; 4. *runde* Sorten mit kugelförmiger Wurzel, wie z. B. bei der gelben und roten *Oberndorfer*, bei der gelben *Leutewitzer* und der gelben *kugelförmigen*. Die länglichen Sorten wie die Eckendorfer bringen (nach Wohltmann) die größten Wurzelerträge (bei niedrigem Zuckergehalt) und geringe Blatterträge. Die kugelförmigen Sorten können sehr hohe Blatterträge und mittlere Wurzelerträge bei genügendem Zuckergehalt liefern. Es sei bemerkt, daß auch die Zuckerrübe als Futterrübe angebaut werden kann, besonders die sog. *Halbzuckersorten*, die sich durch bedeutenden Zuckergehalt und großen Ertrag bei geringerem Reinheitskoeffizient auszeichnen. Diese Sorten werden in Frankreich auch zur Weinbrandherstellung aus Rüben angebaut; für eine derartige Verwendung hat der Reinheitskoeffizient des Saftes keine Bedeutung wie auch beim Anbau von Rüben zur Verfütterung. Die Zucker- und Halbzuckersorten unterscheiden sich von den Futtersorten durch größere Widerstandsfähigkeit gegen Dürre und geringeren Ertrag an Rohmasse. Ihre Trockensubstanzerträge können ebenso hoch sein wie bei Futterrüben, bei einer höheren Ernte an wertvollen Kohlehydraten (Zucker). In den 90er Jahren vertrat in Frankreich Deherain die Meinung, daß zur Verfütterung vorzugsweise die Halbzuckersorten angebaut werden sollten. Er wies darauf hin, daß die Erträge der Futtersorten, besonders bei großen Wurzeln, oft zu neun Zehntel aus Wasser bestehen und viel mehr Nitrate enthalten. Diese Form der Stickstoffverbindungen aber wirkt ungünstig auf die Qualität des Futters und wird dem Boden unproduktiv entzogen. Blomeyer meint allerdings, daß z. B. die gewöhnlichen Futtersorten in diätischer Hinsicht über den Zuckersorten stehen. Der Eiweißmangel wird

[1] Nach Hansen: Zuckerrüben als Futterquelle. Dtsch. landw. Presse Nr 47 (1926). Für das verdauliche Eiweiß gibt Hansen die Zahlen 0,1 und 0,3 % an, die Vergleichsbewertung nach Stärkewerten — 6,3 und 15,8.

ebenfalls als Nachteil der Zucker- und Halbzuckersorten hingestellt. Andererseits wird aber darauf hingewiesen, daß der Unterschied im Eiweißgehalt nicht so groß ist, daß jede Rübe eine Ergänzung der fehlenden Eiweißstoffe verlangt, und daß man dieses Material nach seinem Zuckergehalt bewerten sollte. Deswegen wird jetzt auch in Deutschland neben der Ertragsfähigkeit dem Trockensubstanzgehalt, der sich dem Zuckergehalt entsprechend verhält, Aufmerksamkeit geschenkt. Wir führen hier die Ergebnisse eines der Versuche von DEHERAIN an, die das Verhältnis der Hauptbestandteile in den Ernten gleichartiger Sorten untereinander angeben:

	Ernte kg	Prozent der Trockensubstanz	Trockensubstanzernte kg	Zucker %	Ertrag an Zucker kg	Ertrag an Eiweiß kg	Nitrate in der Ernte kg
Gelbe kugelförmige	68800	15,9	10939	10,5	6609	870	163,9
Tankard	60900	14,5	8399	9,5	5244	459	237,9
Vilmorin mit rosa Hals (Weinbrandsorte)	53900	18,5	9960	12,1	6538	693	57,4
Vilmorin weiß (Zuckerrübensorte	40000	22,3	8920	16,6	6640	521	18,7

In Deutschland erhielt SCHNEIDEWIND in seinen Versuchen als Maximum 100 dz *Trockensubstanz* beim Anbau von Spezialfuttersorten (bei einer Ernte an Rohmasse bis zu 1145 dz), beim Anbau von Zucker- und Halbzuckersorten dagegen bis zu 108 dz/ha Trockensubstanz. Er betont außerdem die bessere Lagerfähigkeit der Sorten, die einen hohen Trockensubstanzgehalt besitzen.

Für Ostdeutschland stellte v. RÜMKER folgende Sorteneinteilung der Futterrüben auf: „Massenrüben", „Kompromißrüben" und „Gehaltsrüben"; eine weitere Einteilung der Gruppen hat v. RÜMKER nach ihren verschiedenen Ansprüchen an die Feuchtigkeit durchgeführt[1].

In Rußland wies gleichzeitig mit DEHERAIN Prof. SAIKEWITSCH auf die Bedeutung der Halbzuckersorten für das Schwarzerdegebiet (überhaupt für trockenere Gegenden) hin; er richtete eine Reihe von Versuchsfeldern ein, um die Futtersorten gleichzeitig mit den Zucker- und Halbzuckersorten zu untersuchen. Als die besten erwiesen sich gerade die Halbzuckersorten, die mehr Trockensubstanz und Zucker je Hektar bei einem geringen Unterschied in der Eiweißernte lieferten.

Außerdem haben wir noch Mitteilungen einer Reihe von Versuchsstationen (in Poltawa, Batischtschewo, Besentschuk u. a.). Hier seien die Beispiele aus den Ergebnissen des Prof. SAIKEWITSCH für das Gouvernement Charkow im Jahre 1908 und aus den Ergebnissen der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje in den Jahren 1912 und 1913 angeführt (mitgeteilt von W. A. CHARSCHENKO):

	Gouvernement Charkow Ernte in dz je ha				Gouvernement Moskau Ernte in dz je ha Rohmasse[2]	
	Rohmasse	Trockensubstanz	Zucker	Eiweiß	1912	1913
Arnim Criewener	687	78,6	44,4	—	567	1059
Gelbe Eckendorfer	674	81,7	42,6	5,10	525	903
Gelbe Oberndorfer	651	91,8	53,1	4,65	375	738
Halbzuckerrübe	618	118,5	83,7	3,45	397	660
Barres	612	70,0	39,4	—	—	—
Mammut	599	105,1	76,0	3,07	400	636
Rote Oberndorfer	550	82,8	55,0	2,59	375	523

[1] Siehe Bericht über diese Versuche in den Mitt. d. Univ. Breslau 4 (1909).

[2] Diese Erträge werden, bei einer hochintensiven Hoflagefruchtfolge erhalten, wo schon seit altersher stärker gedüngt wird als in der allgemeinen Feldfruchtfolge (für die letztere sind die Ergebnisse weiter unten angegeben worden).

Solche Erträge können allerdings nur unter sehr günstigen Verhältnissen erzielt werden, wie sie für das Gebiet der Waldböden nur ausnahmsweise vorkommen. Deswegen wollen wir noch die Ergebnisse der ENGELHARDT-Station anführen, die auch in einer intensiven Hoflagefruchtfolge erhalten wurden, aber nicht unter so exklusiven Bedingungen wie die oben erwähnten[1]:

	Prozent der Trockensubstanz	Ernte an Rohmasse dz/ha	Ernte an Trockensubstanz dz/ha
I. Zylindrische Sorten	13,8	225	30,7
II. Ovale Sorten	14,8	221	32,8
III. Längliche, fast ganz in der Erde sitzende (Halbzuckersorten)	15,6	236	36,9
IV. Längliche, ganz in der Erde sitzende Sorten (Mammut)	17,0	170	28,9
Dasselbe für Zuckersorten	23,5	183	43,2

Die zylinderförmigen wie auch die runden Sorten (Oberndorfer, Leutewitzer) sind bei der Ernte leicht mit der Hand herauszuziehen, weil ihre Wurzeln nur mit einem Viertel bis einem Fünftel ihres verdickten Teiles im Boden sitzen. Sie vertragen das Verpflanzen gut. Sie finden sich mit flachen Böden besser ab und eignen sich deshalb eher zur Einführung des Wurzelfruchtbaues auf Böden außerhalb der Schwarzerde. Ihre stark aus dem Boden hervorragenden Wurzeln werden aber bei einer Bearbeitung mit Gespannen zwischen den Reihen leicht durch die Pferdehufe aus dem Boden geschlagen.

In dieser Hinsicht sind Mammut, die Halbzucker- und Zuckersorten geeigneter. Sie verlangen jedoch tiefgründigere Böden und mehr Arbeit bei der Ernte, denn sie werden mit Forken ausgegraben; auch können sie nicht verpflanzt werden (mit Ausnahme der Halbzuckersorten). Infolge ihrer großen Widerstandsfähigkeit gegen Dürre werden diese Sorten im Schwarzerdegebiet, wo die Böden von Natur aus tiefgründiger sind, anderen Sorten vorgezogen.

In ihren Ansprüchen an das *Klima* sind die Futterrüben im allgemeinen nicht so anspruchsvoll wie die Zuckerrüben. Deswegen reicht ihr Anbau weiter nach Norden, indem er noch bei geringeren Wärmesummen der Sommertemperaturen möglich ist. Auch die Lichtmengen brauchen hier nicht so groß zu sein; z. B. stört ein Sommer mit bewölktem Himmel, der für Zuckerrüben ungünstig ist, die Ausdehnung des Anbaues der Futtersorten nicht. Auch die *Bodenansprüche* sind in einigen Beziehungen geringer. So ist der Anbau von Futterrüben durch Verpflanzen noch auf sehr bindigen Böden möglich, auch auf Böden, die für den Anbau guter Zuckerrüben zu feucht sind. Sogar ein gewisser Salzgehalt im Boden, der eine unerwünschte Herabsetzung der Qualität bei der Zuckerrübe herbeiführt, wird von der Futterrübe bei genügender Bodenfeuchtigkeit ohne Schaden vertragen; die botanische Verwandtschaft der Rübe mit einigen Vertretern der Salzflora zeigt sich teilweise auch hier.

Wie die Wurzelfrüchte überhaupt, so verlangt auch die Futterrübe im Herbst eine tiefe *Bodenbearbeitung*. Im Vergleich zur Zuckerrübe aber sind diese Ansprüche nicht so hoch, besonders bei der Kultur der runden Sorten, die zum größeren Teil über der Erde und in den oberen Bodenschichten wachsen. Oft wird der Untergrundlockerer angewandt, wenn man nicht auf volle Tiefe pflügen kann. Außer der Bodenlockerung auf die erforderliche Tiefe muß die Boden-

[1] RENARD: Futterwurzelfrüchte. Smolensk 1926. — Siehe ebenfalls N. K. NEDOKUTSCHAJEW u. O. N. ROSTOWZEWA: Versuche mit den Sorten der Futterwurzelpflanzen. 1923—25.

bearbeitung auch die Reinigung des Feldes von Unkräutern zum Ziel haben, weil der Kampf mit den Unkräutern während des Wachstums der Rüben den Rübenanbau wesentlich verteuert. In trockenem Klima wird die Bodenbearbeitung vorzugsweise auf den Herbst verlegt (frühes Schälen der Stoppel, darauffolgende Furche auf volle Tiefe, im Frühjahr nur oberflächliches Lockern des Bodens). In feuchtem Klima und auf schweren Böden kann das Pflügen auch im Frühjahr notwendig werden. Ist der Stallmist nicht im Herbst gegeben, sondern erst im Winter hinausgefahren worden, so ist ein Pflügen im Frühjahr unvermeidlich.

So besteht z. B. die Bodenbearbeitung für die Wurzelfrüchte auf der Farm der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje bei Stallmistausfuhr im Winter aus folgenden Maßnahmen. Im Herbst wird nach der Ernte des Getreides so früh wie möglich auf 20 cm gepflügt, wobei der Pflug mit einem Vorschäler versehen ist. Im Frühjahr, sobald der Schnee geschmolzen ist, wird der im Winter hinausgefahrene Stallmist gestreut; sind die Stallmisthaufen stark durchgefroren, so geschieht dies in zwei Arbeitsgängen und der gefrorene Schnee unter den Haufen wird zugleich mit Brecheisen oder eisernen Schaufeln zerschlagen. Danach folgt die Frühjahrsfurche auf eine Tiefe von 20 cm mit Anwendung des Untergrundlockerers. Nach dem Untergrundlockerer wird der Stallmist mit Hilfe eines Rechens in die Furche gelegt, andernfalls werden die nicht zersetzten Stallmistteile durch das Eggen wieder nach außen befördert. Danach wird einmal geeggt, Kunstdünger gestreut und darauf 2—3 mal mit schweren Eggen geeggt, um die Düngung gut mit dem Boden zu vermischen und die Ausstreichfurchen zu glätten (falls notwendig, wird die Scheibenegge verwendet). Danach wird gewalzt und dann folgt die Drillmaschine[1].

In vielen Fällen hat für den Norden Rußlands der Anbau der Futterrüben und anderer Wurzelfrüchte auf Dämmen Bedeutung. Die Dammkultur ermöglicht auf feuchten Böden eine schnelle Erwärmung des Bodens im Frühjahr und vermeidet einen Feuchtigkeitsüberschuß. Außerdem ersetzt die Dammkultur auf nicht genügend tiefen Böden und bei Mangel an Inventar teilweise die Vertiefung der Ackerkrume, indem sie eine höhere Schicht fruchtbaren Bodens in dem Damm schafft. Zur Herstellung der Dämme verwendet man den Häufelpflug oder den Haken, am besten nach dem Markör. Es empfiehlt sich, die Dämme mit der Walze abzuflachen und danach noch einmal mit dem Häufelpflug durchzugehen. Dann werden die Dämme regelmäßig und fester[2]. Bei der Dammkultur kann man die Pflegearbeiten teilweise mit dem Haken oder mit dem Häufelpflug ausführen.

Durch ihre Stellung in der *Fruchtfolge* unterscheidet sich die Futterrübe von der Zuckerrübe insofern wesentlich, als sie als typische Pflanze des Bracheschlages erscheint. Im Westen ist die beste Stellung für die Futterrübe das gedüngte Brachefeld, auf welchem man hohe Erträge erzielen kann, welche die intensive Kultur bezahlt machen. Bei uns ist dies aber nur bei Ersatz der nachfolgenden Winterung durch Sommerung möglich. Die Ablagerung stickstoffreicher Substanzen in der Wurzel, die durch die Stallmistdüngung hervorgerufen wird, schadet hier nicht. Sie erscheint sogar wünschenswert, soweit die Rede von Eiweißstoffen ist; ein Überschuß an Salpeter kann jedoch den Prozentsatz an hohlen Wurzeln erhöhen. Eine andere sehr geeignete, bei uns recht häufige Stellung ist diejenige nach Winterung mit ergänzender Stallmistgabe, je nach Bedarf (oder öfter — je nach Möglichkeit).

Wenn man die Rüben verpflanzt, kann man *nach der Ernte eines Wickgemenges* das Feld mit Rüben bestellen (besonders nach Winterwicke mit Roggen, die eine sehr frühe Ernte liefern). Auf diese Weise erhält man bei angemessener Düngung von derselben Fläche eine größere Futtermenge und zu verschiedenen Zeitabschnitten. Allerdings ist im Gebiet der Waldböden in solchem Fall der Turnipsanbau vorzuziehen.

Jedoch kann man die Rüben in die Fruchtfolge nur bei genügendem Kulturzustand des Bodens einreihen. Auf armen und wenig kultivierten Böden ist es

[1] W. A. Chartschenko: Der Anbau der Futterwurzelfrüchte.
[2] Siehe Chartschenko: a. a. O.

besser, der Futterrübe und den Futterwurzelfrüchten im allgemeinen eine besondere intensive Fruchtfolge in der Nähe des Gehöftes einzurichten, in welcher die Rübe mit anderen Pflanzen abwechselt, die für Düngung und Tiefkultur dankbar sind. In diesem Fall sind Hanf, Tabak und Ölfrüchte in den südlicheren Gegenden die geeigneteren Pflanzen. Im Norden dagegen kann man die Rübe in einer intensiven Folge mit anderen Hackfrüchten, Kartoffeln, Möhren, Kohlrüben abwechseln lassen. Es ist überhaupt vorteilhafter, auf einer kleineren Fläche große Rübenerträge zu ernten als mittelmäßige auf einer großen Fläche.

Als Beispiel einer solchen Fruchtfolge kann für das Hanfbaugebiet eine Zweifelderwirtschaft dienen: Hanf, Rüben usw.; oder eine Vierfelderwirtschaft: 1. Hanf nach Stallmist, 2. Futterrüben, 3. Sommerweizen, 4. Wickhafer oder Klee, der 1jährig genutzt wird; man kann diese Fruchtfolge verlängern, indem man im fünften Jahr Winterweizen anbaut. Die angeführte Vierfelderwirtschaft kann als eine Norfolker Fruchtfolge mit Hanf anstatt Winterung angesehen werden. Eine andere Fruchtfolge ist dagegen folgende, in der die Wurzelfrüchte die Stelle nach Winterung behalten, der Hanf aber das Sommergetreide in der veränderten Norfolker Fruchtfolge ersetzt: Hanf, Wickhafer, Winterung, Rüben. Für die Rüben ist jedoch die erstgenannte Vierfelderwirtschaft günstiger, da sie dem Zeitpunkt der Stallmistgabe näherstehen. Für den Norden (Gouvernement Petersburg) wird z. B. folgende „Futter"fruchtfolge vorgeschlagen: 1. Wickhafer, 2. Wurzelfrüchte, 3. Gerste, 4. Kartoffeln und Wurzelfrüchte. Diese Fruchtfolge kann folgendermaßen modifiziert werden: 1. Wickhafer, 2. Winterung, 3. Kartoffeln, 4. Wurzelfrüchte. Vergrößern wir die Fläche der Wurzelfrüchte noch mehr, so erhalten wir folgende Fruchtfolge: 1. Wickhafer, 2. Kartoffeln, 3. Turnips und Möhren, 4. Rüben. Endlich haben wir eine Fruchtfolge lediglich mit Hackfrüchten, die sich untereinander ablösen: 1. Rüben mit einer Herbststallmistgabe, 2. Kartoffeln, 3. Turnips und Kohlrüben (mit Stallmistergänzung) u. ä. m.

Die Futterrübe kann zum Unterschied von der Zuckerrübe sowohl direkt ins Feld *gesät* als auch durch *Verpflanzen* angebaut werden. Besonders ist die letztere Maßnahme bei den runden Sorten bequem, bei denen eine Beschädigung und eine dadurch hervorgerufene Verzweigung der Wurzeln im unteren Teil nicht so wesentlich auf die Form des verdickten Teiles einwirkt, an dessen Bildung der stark auseinanderwachsende Kopf großen Anteil hat. Durch das Verpflanzen, das mit früherer Aussaat auf Beete verbunden ist, kann man, da man Zeit gewinnt, mit dieser Kultur weiter nach Norden vordringen als bei direkter Aussaat. Ferner läßt diese Methode mehr Zeit zur Frühjahrsbearbeitung des Bodens übrig, was für übermäßig bindige und wasserhaltige Böden, die im Frühjahr schwer abtrocknen, besonders in feuchtem Klima von Bedeutung ist. Auf lehmigen Böden kann man die Rüben oft nicht mehr säen, weil die auflaufenden Pflänzchen nicht mehr imstande sind, die Erdkruste zu durchbrechen; doch kann man sie hier noch durch Verpflanzen anbauen.

Um die Pikierpflanzen für 1 ha zu erhalten, genügen 1,2—1,5 kg Samen, wobei man mit dieser Menge eine Fläche von 500—1000 qm besät je nach der Dichte und nach der Saatmethode.

Außerdem kann man bei Anwendung des Verpflanzens die junge Saat auf den Beeten besser vor verschiedenen Beschädigungen schützen als im offenen Felde (z. B. vor den Erdflöhen). Außerdem spart man dabei an Saatgut, das manchmal recht teuer ist; diese Ersparnis kann bis zu drei Viertel und noch mehr der im Felde ausgesäten Menge steigen.

Jedoch hat das Verpflanzen auch seine Nachteile. Es verlangt mehr Arbeitskraft. In trockenem Klima (z. B. in unserem Schwarzerdegebiet) kommen die ausgesetzten Pflanzen oft um oder entwickeln sich nur langsam. Die Auswahl der Methode (Aussaat oder Verpflanzen) wird sehr stark durch den Kulturzustand der betreffenden Felder beeinflußt. Je höher dieser Kulturzustand ist, um so mehr Möglichkeit hat man, zur direkten Aussaat ins Feld überzugehen und umgekehrt. Das *Pflanzmaterial* wird hergestellt, indem die Rüben auf Saatbeete breitwürfig gesät oder, was besser ist, in Reihen gedrillt werden (mit einer

Reihenentfernung von 15—20 cm). Die Saat wird nicht tief untergebracht. Manchmal wird sie für die erste Zeit mit Reisig zum Schutz gegen Kälte bedeckt, danach wird begossen und die junge Saat wird so gejätet und verzogen, daß die Entfernung zwischen den Pflanzen 4—5 cm beträgt. Erreichen die Pikierpflanzen die Dicke eines „Gänsefederkieles", so werden sie ausgezogen oder ausgegraben, wobei man darauf achtet, daß die Wurzeln möglichst nicht beschädigt werden. Ist die Erde der Beete trocken, so wird sie vor dem Ausziehen begossen, um aufzuweichen. Sind die Wurzeln so lang, daß sie beim Pflanzen umbiegen können, so werden sie manchmal beschnitten, weil eine verkürzte Pflanze besser Wurzel faßt als eine solche, deren Wurzel im Boden umgebogen ist. Manchmal werden bei den Pflanzen auch die Blätter gestutzt (natürlich ohne das „Herz" zu beschädigen), um die Verdunstung während der ersten Zeit zu verringern, solange das beschädigte Wurzelsystem noch nicht in der Lage ist, die erforderliche Wassermenge aufzunehmen. Bei trübem Wetter, das zum Verpflanzen am günstigsten ist, ist dies manchmal überflüssig; dementsprechend findet in verschiedenen Klimaten die Verringerung der Blattfläche verschiedene Bewertung. Die ausgezogenen Pflanzen werden in einen Korb gelegt, mit Wasser bespritzt und zum Schutze gegen Austrocknung zugedeckt (z. B. mit Moos). In diesem Zustand werden sie aufs Feld gebracht. Nachdem das Feld markiert worden ist, werden die Pflanzen mit Hilfe eines Pflanzholzes ausgepflanzt, das Vertiefungen herstellt, die genügend tief sind, um die jungen Pflanzen hineinzusetzen, ohne sie umzubiegen. Danach wird mit Hilfe des gleichen Pflanzholzes die junge Pflanze mit Erde bedeckt, aber so, daß das Herz frei bleibt. Das Pflanzholz wird neben der Pflanze nochmals in den Boden gesteckt und auf diese Weise die Erde an die Pflanze angedrückt. Das Pflanzen kann man mit dem Spaten ausführen, mit der Hacke oder mit der Hand, wenn der Boden genügend locker ist und die Pflanzen nicht zu lang sind. Viel schneller geht das Pflanzen nach dem Pflug oder nach dem Hacken. Dabei werden die Pflanzen zuerst auf die Böschung der offenen Furche hingelegt; sie werden durch den nächsten Arbeitsgang des Gerätes zugedeckt und darauf mit der Hand wieder zurechtgesetzt. Bei einer gutgepflanzten Pflanze muß die Wurzel eine möglichst senkrechte Lage haben und so tief sitzen, daß die Herzblätter nicht mit Erde bedeckt werden und daß sie nicht an einem Blatt herausgezogen werden kann, dieses muß bei Anwendung einiger Gewalt, um die Pflanzen herauszuziehen, eher abreißen. Die Größe der Pflanzen wirkt wesentlich auf die nachfolgende Entwicklung und Ernte ein. Diese Wirkung zeigte sich in den Versuchen von Wollny bei gleichmäßig früher Aussaat folgendermaßen:

	Die Dicke der Wurzeln beim Pflanzen betrug		
	9 mm	6 mm	3 mm
100-Wurzelgewicht bei der Ernte . . . kg	42,5	31	20,0
Gewicht der Blätter . . . . . kg	11,8	7,7	4,1

Es empfiehlt sich, die Pflänzchen nach dem Verpflanzen zu begießen (aber ohne das Herz einzuschlämmen) und dann die feuchte Erde um die Pflanzen mit Moos, Spreu oder etwas ähnlichem zu bedecken, um Austrocknung und Krustenbildung zu vermeiden. Ein spärliches Begießen ohne eine solche Vorsichtsmaßnahme kann manchmal nur negativ wirken, indem es eine Krustenbildung und eine noch größere Verdunstung und Austrocknung herbeiführt.

Bei direkter *Aussaat* ins Feld werden Futterrüben gewöhnlich nicht so stark gesät wie Zuckerrüben. Infolgedessen gebraucht man auch nicht soviel Saatgut (bei Drillsaat 15 kg/ha, bei Dibbelsaat 3—4 kg). Die Frage der besten

Entfernung zwischen den Pflanzen wird hier nach etwas anderen Grundsätzen gelöst als bei der Zuckerrübe, und zwar strebt man hier gewöhnlich nach einer Höchsternte an Rohmasse; man verhindert nicht die Bildung großer Wurzeln, sondern im Gegenteil, man will sie erhalten, indem man die Pflanzen um so weiter pflanzt, je fruchtbarer der Boden und je ausdehnungsfähiger die angebaute Sorte ist. Auf ärmeren Böden dagegen muß man die Pflanzen dichter stellen, um den Mangel an Masse je Pflanze durch eine größere Pflanzenzahl je Hektar wieder gutzumachen, entsprechend der für die Saatdichte allgemeingültigen Regel. Im allgemeinen werden die Entfernungen bei der Futterrübe weiter gewählt als bei der Zuckerrübe, z. B. 55 cm zwischen den Reihen und 27—32 cm in den Reihen. Übrigens macht sich unter dem Einfluß von Deherain in Frankreich das Bestreben bemerkbar, die Entfernungen auch bei Futterrüben zu verringern, weil eine Höchsternte an Wurzeln noch nicht einer Höchsternte an Trockensubstanz vom Hektar entspricht. Die bei weiten Entfernungen erhaltenen großen Wurzeln sind zu wasserhaltig. Deswegen ist es nach Deherain vorteilhafter, dieselbe Masse in Form kleiner Wurzeln zu ernten. In Deutschland sprach sich Wohltmann auf Grund seiner Erfahrungen ebenfalls für die Verringerung der Entfernungen bis auf 40 × 32 und sogar 40 × 22 cm aus.

Ist eine Drillmaschine nicht vorhanden, so wird die Reihen- und die Dibbelsaat der Futterrübe bei kleinen Anbauflächen mit der Hand ausgeführt. Dabei trifft man hier die Dibbelsaat öfter an als bei der Zuckerrübe. Die Beimengung von Hafer zur früheren Erkennung der Reihen, um den Acker noch vor dem Auflaufen der jungen Saat hacken zu können, kann im Gebiet der Waldböden beim Futterrübenbau oft nützlich sein, weil hier die Böden mehr zur Krustenbildung neigen als im Schwarzerdegebiet.

Die *Pflege* der Futterrübe stimmt im allgemeinen mit der Pflege der Zuckerrübe überein bis auf einige Unterschiede, die sich aus dem oben Gesagten ergeben. Als wichtigste Pflegemaßnahmen sind auch hier Hacken und Vereinzeln zu bezeichnen, um die der Sorte und dem Boden entsprechende Pflanzweite herzustellen. Ferner ist hier ein Nachpflanzen der eingegangenen Pflanzen möglich, ein Verfahren, das bei der Zuckerrübe aus früher erwähnten Gründen nicht anwendbar ist. Das Häufeln ist bei der Futterrübe eher zulässig als bei der Zuckerrübe, weil hier die Gefahr, das „Herz" zu verschütten, geringer ist, besonders bei Sorten, deren Kopf stark aus der Erde ragt. Das Häufeln wird manchmal deswegen als nützlich angesehen, weil dabei der Kopf weniger verholzt und dadurch der Futterwert der Rübe erhöht wird. Man darf jedoch nicht außer acht lassen, daß das Häufeln die Austrocknung des Bodens um so stärker begünstigt, je stärker es ausgeführt wird.

Die *Ernte* der Futterrüben ist leichter durchzuführen als diejenige der Zuckerrüben, besonders die Ernte der runden und walzenförmigen Sorten, die stark aus dem Boden herausragen; sie sind auch weniger mit Erde verunreinigt.

Dagegen leiden sie unter Herbstfrösten mehr als die Sorten, die sich im Erdreich befinden. Baut man beide gleichzeitig, so ist es vorteilhafter, die runden Sorten vor den langen zu ernten. Die runden Sorten werden einfach mit der Hand herausgezogen, während die tiefwachsenden Sorten mit Forken oder mit Rübenhebern herausgehoben werden. Anschließend wird das Kraut von den Wurzeln getrennt und diese werden von der Erde gereinigt. Nach einigem Abtrocknen in Haufen werden die Wurzeln zum Aufbewahren abtransportiert.

Falls Frühfröste eintreten, muß man die Wurzeln aus dem Boden heben, sie im Felde auf Haufen zusammentragen, mit Stroh und, wenn nötig, mit Erde bedecken, und erst dann, wenn die Ernte gerettet ist, sich mit der Reinigung und mit dem Abtransport der Wurzeln befassen.

Bei der *Aufbewahrung* werden dieselben Maßnahmen ergriffen, die früher bei der Zuckerrübe beschrieben worden sind, wobei die Wurzeln sowohl vor dem

Erfrieren als auch vor einem Schlechtwerden infolge einer Temperatursteigerung geschützt werden (s. ebenfalls das Kapitel über die Kartoffel). Übrigens kann das Erfrieren hier nicht so gefährlich sein; nämlich bei beständigem Winter macht es sogar keine großen Unbequemlichkeiten, wenn die Wurzeln vor dem Verfüttern gedämpft werden. Es ist nur notwendig, die einmal erfrorenen Rüben vor dem Auftauen zu schützen (stärker mit Stroh bedecken), andernfalls erhalten sie schon bald (manchmal auch schon nach 24 Stunden) einen unangenehmen Beigeschmack und verderben leicht. Die verschiedenen Futterrübensorten sind nicht gleich lagerfest. Im allgemeinen lassen sich die an Trockensubstanz reicheren Wurzeln besser aufbewahren als die wasserhaltigeren, was z. B. aus folgenden Zahlen ersichtlich ist.

Nach König ist diese Regel nur für die kalte Jahreszeit richtig. Im Frühjahr ändern sich die Verhältnisse; die zuckerhaltigeren Sorten beginnen bei steigender Temperatur mehr Zucker zu verarbeiten als die zuckerarmen Sorten:

	I %	II %	III %	IV %	V %
Trockensubstanz	13,85	13,70	12,52	11,12	10,09
Es blieben gesund bis zum Frühjahr in Mieten	93,00	84,00	79,00	78,00	69,00
„ „ „ „ „ „ im Keller	98,00	94,00	90,00	84,00	80,00

Deswegen wird beim Anbau mehrerer Sorten empfohlen, die großen wasserreichen Sorten im Herbst zu verfüttern, während man die zuckerhaltigen auf längere Zeit einmietet. In Deutschland wurde das Trocknen der Futterrüben häufiger während des Krieges angewandt als früher; man erhält dadurch ein Produkt von recht hohem Futter- und Speisewert, das sich für weiten Transport und lange Aufbewahrung gut eignet.

Die *Erträge* der Futterrübe betragen 300—650 dz und mehr je Hektar bei normaler Kultur. Eine niedrigere Ernte (z. B. infolge Nährstoffmangel) macht oft die Ausgaben nicht bezahlt, weil die Anbau- und Pflegekosten sehr hoch sind. Als höchst bekannter Ertrag an Futterrüben wird ein solcher von 1200 dz je Hektar angegeben. Die Blatternte beträgt gewöhnlich 25—30 % der Wurzelernte; sie kann aber auch höher sein.

Die Futterrübenblätter werden oft eingesäuert, nachdem sie nach Möglichkeit vorgewelkt oder mit trockenen Materialien, z. B. Spreu, vermischt worden sind. Dabei werden sie dicht gelagert und die Luft wird möglichst abgeschlossen. Außer in richtigen Silos wird das Kraut in oberirdischen Haufen eingesäuert; auch hier ist eine dichte Lagerung erforderlich (s. oben die Ausführungen über die Aufbewahrung der Zuckerrübenblätter). In Finnland wird übrigens in kleinen Betrieben folgendermaßen verfahren: Es werden Pfähle von 2,5—3 m Länge in einem Kreise von 1,5—2 m Durchmesser auf 19 cm Entfernung voneinander in den Boden getrieben, wobei die oberen Enden der Pfähle etwas nach außen neigen. Oben werden die Pfähle mit einem Tau verbunden; der Innenraum wird mit Blättern Schicht auf Schicht unter Festtreten angefüllt. Oben darauf wird eine nicht zu dicke Strohschicht und dann Erde gebracht, indem die Erde je nach dem Zusammensinken des Haufens hinzugefügt wird[1].

Der Anbau der Futterrübe zur *Samengewinnung* wird genau so ausgeführt wie bei der Zuckerrübe. Das Ausreifen der Samen verlangt aber mehr Wärme als die Entwicklung der Wurzeln im ersten Jahr. Deswegen dringt der Samenbau nicht so weit nach Norden vor wie die Futterrübe selbst. Schon im Gouvernement Moskau sind die Bedingungen für ein Ausreifen der Samen ungünstig.

[1] Dies ist in der Broschüre von Jerschow: Wie baut man Futterwurzelfrüchte, 1919, beschrieben.

Sortenversuche der Versuchswirtschaft der Landwirtschaftlichen Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje.

	Ernte an Rohmasse je ha dz	Prozent der Trockensubstanz	Ernte an Trockenmasse je ha dz
Futterrüben:			
Arnim-Criewener	332	8,63	28,6
Oberndorfer, rot	285	12,46	37,0
„ gelb	214	11,13	23,8
Eckendorfer, rot	260	10,10	26,3
„ gelb	225	10,68	24,0
Mammut	271	10,89	29,6
Sutton	279	9,42	26,2
Weibull	278	7,65	21,2
Rosa Halbzucker	253	12,43	31,5
Vauriac	241	11,31	27,3
Dippes Zuckerrübe	177	17,87	31,6
Turnips (Wasserrüben):			
Östersundom	466	8,04	37,5
Weiße runde rotköpfige	384	8,46	32,5
Gelbe lila-violette	562	9,29	38,4
Weiße runde grünköpfige Norfolker	514	8,03	41,3
Kohlrüben (in Rußland vorwiegend zu menschlicher Ernährung):			
Hoffmanns gelbe	233	10,28	24,0
„ weiße	298	11,14	33,3
Runde Arnim-Criewener	268	10,94	29,3
Pomeranzen	281	13,04	36,6
Schwedische	306	10,61	32,4
Möhren:			
Saalfelder	197	12,83	25,3
Grünköpfige Riesen	216	12,49	27,0
Lobbericher	222	11,37	33,2
Weiße Arnim-Criewener	250	9,88	24,7
Pfälzer	297	11,20	33,2

Diese Ergebnisse beziehen sich ebenfalls auf das Jahr 1913 wie auch die auf der S. 174 angeführten Ergebnisse. Die Werte auf S. 174 sind bei Versuchen in einer intensiven Hoflagefruchtfolge erhalten worden, diese dagegen auf einem gewöhnlichen Ackerschlag mit normaler Fruchtfolge.

2. Andere Futterwurzelfrüchte[1].

α) **Die Möhre** (Daucus Carota L. aus der Familie der Umbelliferen) wird wildwachsend im mittleren Europa (z. B. bei uns im Gouvernement Moskau) angetroffen. Sie unterscheidet sich von der Kulturform durch eine dünnere und holzfaserhaltigere Wurzel. Offenbar stammt die Kulturmöhre von dieser Wildform ab. Vilmorin gelang es, durch langjährigen Anbau der wilden Möhre auf gutem gelockerten Boden eine Pflanze zu erhalten, die ihren Eigenschaften nach der Kulturmöhre nahestand, obgleich darauf hingewiesen wird, daß in diesen Versuchen die Möglichkeit einer Fremdbestäubung nicht völlig ausgeschlossen war; umgekehrt wird die Kulturmöhre gröber, wenn sie auf schlechten festen Boden gerät; dann verliert sie viel von den durch die Kultur hervorgerufenen Eigenschaften.

Ihrer *Zusammensetzung* nach steht die Möhre im Futterwert höher als die Futterrübe. Sie enthält etwa 14% Trockensubstanz, 9,6% Kohlehydrate,

[1] Es wird vorausgesetzt, daß dem Leser beim Durcharbeiten dieses Kapitels die Grundmaßnahmen des Anbaues der Wurzelfrüchte, die ausführlicher im Kapitel über die Zuckerrübe beschrieben sind, geläufig sind.

unter denen der Rohrzucker und der Traubenzucker vorherrschen, eine gewisse Menge Stärke (in der wilden Möhre herrscht die Stärke vor); ferner 1,3% Rohprotein, das mehr eigentliches Eiweiß enthält als das der Rübe. Die Möhre ist im Winter zur Fütterung der Milchkühe sehr wertvoll.

Die *Möhrensorten* unterscheiden sich nach der *Farbe* der Wurzeln — *weiße, gelbe und rote* Sorten —, und nach der *Länge* der Wurzeln — *lange, mittlere und kurze*; die kürzesten mit einer stumpfen Wurzel — Karotten — sind nur Speisesorten. Von den weißen langen Sorten sei hier die *weiße grünköpfige Möhre* angeführt, deren aufrecht stehendes Kraut charakteristisch ist (dies erleichtert die Bearbeitung zwischen den Reihen) und deren Kopf nicht aus der Erde wächst (was die Ernte erschwert). Ferner die *Altringhamer Möhre*, die etwas weniger ertragreich ist und die Bearbeitung zwischen den Reihen in höherem Maße erschwert, weil ihre Blätter am Boden in Form von Rosetten sitzen. Die Wurzel befindet sich völlig in der Erde. Zu den weißen, aber kürzeren Sorten gehört ferner die *Vogeser Möhre*. Von den gelben langen Sorten genießt eine große Verbreitung die *gelbe grünköpfige oder Riesenmöhre*, die ihrer Qualität nach sehr hoch steht, obgleich sie auch weniger ertragreich ist als die vorhergenannten. Von den gelben, aber ihrer Länge nach mittleren Sorten, ist ferner die *Saalfelder Möhre* sehr bekannt. Bei der Sortenprüfung durch die Landwirtschaftliche Schule in Uman erwies sie sich als die beste. Die roten Sorten (z. B. die rote Altringhamer) sind noch weniger ertragreich. Sie sind aber schmackhafter als die vorher genannten, deswegen gehört auch die Mehrzahl von ihnen zu den Speisesorten. Bei der Auswahl einer Möhrensorte ist der Umstand zu beachten, daß die langen Sorten unbequem zu ernten sind (die Wurzeln werden beschädigt), und daß sie bei der Aufbewahrung leicht faulen, weswegen es z. B. nur mit Mühe gelingt, die weiße grünköpfige Möhre nur bis zum Januar aufzubewahren.

Trotzdem wird diese Sorte wegen ihrer Ertragsfähigkeit auf der Farm der Landwirtschaftlichen Akademie in Moskau vorgezogen. Auf der Versuchsstation Engelhartowo (Batischtschewo, Gouvernement Smolensk) stellte sich nach den Versuchen im Jahre 1910 sowohl die weiße wie auch die gelbe *Lobbericher* im Ertrag als die erste heraus; dagegen war auf der Station Besentschuk (Samara) im Jahre 1912 die Sorte *Lobberich* schlechter als alle anderen. Wegen der nur örtlichen Bedeutung ähnlicher Ergebnisse bleiben wir hier nicht länger bei ihnen stehen. Diejenigen, welche sich dafür näher interessieren, seien auf die Angaben der nächstgelegenen Versuchsstation verwiesen.

An *Klima und Boden* stellt die Möhre nicht besonders hohe Ansprüche: sie geht stellenweise bis zum 71. Grad nach Norden, nimmt auch mit Sandböden und mit lehmigem Sand (bei Düngung) vorlieb, wenn sie genügend tiefgründig sind. Jedenfalls verlangt die Möhre wegen der Zartheit ihrer jungen Pflanzen *lockere* Böden; auf bindigen lehmigen Böden gedeiht sie nicht. Das Vorhandensein von Kalk im Boden wird für die Möhre als günstig angesehen; man bringt dies damit in Verbindung, daß die wilde Möhre gerade auf kalkreichen Böden verbreitet ist.

Und doch gedeiht die Möhre unter recht verschiedenartigen Verhältnissen sowohl im Schwarzerdegebiet als auch außerhalb der Schwarzerde. Sie verlangt jedoch gute Bodenbearbeitung und Unkrautfreiheit (s. die Ausführungen über die Bodenbearbeitung zu Rüben, besonders auch über die Dammkultur der Wurzelfrüchte, die für das nördliche Rußland von Bedeutung sind).

In der *Fruchtfolge* kann die Möhre verschiedene Stellen einnehmen: nach gedüngter Winterung; nach sich selbst mit geringerer Gefahr als dies bei der Rübe der Fall ist; nach Kartoffeln, nach welchen der Boden infolge der Unkrautfreiheit und infolge seiner Lockerheit für die jungen Möhrenpflänzchen als besonders geeignet angesehen wird; schließlich kann sie unter geeigneten klima-

tischen Verhältnissen auch als *Untersaat* zu solchen Pflanzen gebaut werden, die das Feld früh räumen, wie z. B. Wintergetreide, nach dessen Ernte sich die Möhre bis zum Herbst noch genügend entwickeln kann oder unter Pflanzen, die den Boden weniger beschatten, wie z. B. der Mohn. Bei den Versuchen über den Anbau der Möhre als Untersaat erhielt die Versuchsstation in Sumy nebenstehende Ergebnisse:

	Ernte der Deckfrucht dz/ha	Möhrenernte dz/ha
Mohn	5,8	200
Hafer	17,5	84

Dabei wurden die Möhrensamen und der Mohn gleichzeitig (bei einer Reihenentfernung von 35 cm) mit der Drillmaschine Ellvorty gedrillt. Das Vereinzeln wurde so ausgeführt, daß Möhre und Mohn in der Reihe abwechselnd standen (bei einer Entfernung von 9 cm)[1]. Bei Getreidearten wird die Möhre als Untersaat genau so wie der Klee gebaut; sie wird hier allerdings mit einer Drillmaschine gedrillt (zu Winterung nach dem Eggen).

Die Ergänzung der Ernte durch Möhren erscheint als eine wichtige Maßnahme zur Steigerung der Produktion der Feldwirtschaft. Auf frisch gedüngter Brache gedeiht die Möhre nicht, wenn wenig zersetzter Stallmist gegeben wurde, weil sich dann das ganze Feld stark mit Unkräutern bedeckt, bevor die Möhrensamen auflaufen. Zur Düngung kann Kompost Verwendung finden, teilweise auch Stallmist, aber nur solcher, der gut zersetzt ist und besser im Herbst gegeben wird; sonst neigt die Möhre bereits im ersten Jahre zur Blütenbildung (Schosser), ihre Wurzeln aber verzweigen sich. Einige deutsche Autoren haben empfohlen, die Möhrensaat schon im Herbst auszuführen, indem sie vor allem auf die langsame Keimung der Möhrensamen hinweisen und auf die verhältnismäßig geringe Empfindlichkeit der jungen Möhrenpflanzen gegen ein zeitweises Sinken der Temperatur im Frühjahr. Jedoch ist die Herbstsaat mit Gefahren verbunden, weil es schwer ist, das Auflaufen der Pflänzchen im Herbst, die dann durch die Winterfröste vernichtet werden können, mit Sicherheit zu vermeiden. Ferner ist die Herbstsaat ungünstig, weil die Keimungsbedingungen in dem im Laufe des Winters festgewordenen Boden ungünstig sind. Weiter neigen die Samen, die im Herbst gesät werden, stark zum Schossen. Deshalb wird die Herbstsaat der Möhre fast gar nicht angewendet. Man ist jedoch bemüht, die Aussaat so früh wie möglich im Frühjahr auszuführen. Die Möhrensamen müssen vor der Aussaat unbedingt gerieben werden, um die kleinen Häkchen zu vernichten, mit denen die Samen ganze Knäuel bilden. Manchmal werden die Samen auch vorgequollen; die Samen werden dazu in Säckchen geschüttet und für etwa 36—40 Stunden in Wasser getaucht oder mit nassem Sand vermischt. Die Beimischung irgendeines indifferenten Materials (Sand, Sägespäne in 4facher Menge) wird ebenfalls zum Zwecke der Erleichterung einer regelmäßigen Verteilung der Samen bei Aussaat mit der Hand angewendet. Bei Verwendung einer Drillmaschine ist dies gewöhnlich überflüssig.

Weil sich Sand und Erde beim Erschüttern der Drillmaschine unten ansammeln, so wurde vorgeschlagen, falls es nötig ist, die Möhrensamen mit feiner Kleie zu vermischen, damit die Mischung eine gleichmäßigere Verteilung gewährleisten könnte.

Die Samen werden nicht tief untergebracht; oft wird eine Walze benötigt, um die Samen in eine innigere Verbindung mit dem Boden zu bringen und den Boden zu festigen. Die Saat wird in Reihen ausgeführt. Der Reihenabstand (30—45 cm) hängt wie immer von den Bodeneigenschaften, der Sortengröße usw. ab, z. B. der Bearbeitungsart zwischen den Reihen. Je Hektar werden 4—7 kg Samen gedrillt.

Die *Pflegemaßnahmen* der Möhre müssen sorgfältig ausgeführt werden. Sie bestehen in den gewöhnlichen Maßnahmen: Hacken und Vereinzeln. Mit dem

[1] Siehe W. I. Sasanow: Ju. R. S. H. Gazetta 1917; ebenfalls die Ber. d. Stat. in Sumy.

Hacken muß man manchmal schon vor dem Auflaufen der Samen beginnen, falls die Unkräuter zu sehr überhandnehmen und die Möhren in der Entwicklung überholen oder dadurch, daß sich eine Kruste bildet. In diesem Fall ist das Hacken bequemer auszuführen, wenn den Möhrensamen irgendwelche schnellkeimenden Samen beigemengt worden sind, weil man bei diesem Verfahren die Reihen schneller erkennt. Das Vereinzeln erfolgt durchweg mit der Hand, weil die Möhrensamen gewöhnlich sehr unregelmäßig auflaufen. Manchmal kann man auch das Vereinzeln umgehen, wenn die aufgelaufenen Pflanzen nicht dicht stehen. Unter Insekten leidet die Möhre wenig; der Erdfloh rührt sie nicht an. In dieser Hinsicht ist die Möhre die sicherste Wurzelfrucht. Die *Ernte* kann etwas später ausgeführt werden als bei der Zuckerrübe, weil Blätter und Wurzeln der Möhre gegen Herbstfröste nicht besonders empfindlich sind. Ein Mittelertrag vom Hektar beträgt 300—350 dz Wurzeln. Die Möhre läßt sich schlechter aufbewahren als Rüben; sie fault schnell. Um die Verbreitung der Fäulnis in den Mieten zu vermeiden, werden die Wurzeln oft mit Erde oder Sand vermischt. Der Anbau der Samenpflanzen und die Samengewinnung erfolgt ebenfalls auf die gleiche Art wie bei der Rübe. Das Ausreifen der Samen erfolgt nicht regelmäßig. Man ist oft gezwungen, in Abständen zu ernten. Vom Hektar erhält man 3—6 dz Samen, wobei die besten Samen von den äußersten Teilen der großen Blütenstände geliefert werden. Im Futterwert stehen die Möhrenblätter höher als diejenigen der Rübe.

β) **Der Pastinak (Pastinaca sativa L.** aus der Familie der Umbelliferen) wird wildwachsend in ganz Europa und Asien angetroffen. Er wird auf dem Felde nicht so oft angebaut, mit Ausnahme einiger westeuropäischer Gebiete. Seiner Zusammensetzung nach ist er der Möhre ähnlich. Er stellt keine großen Ansprüche an den Boden und gedeiht sogar auf Böden, die unter Wasserüberfluß leiden. Es sind mehrere Sorten bekannt, die sich durch Form und Verwendung der Wurzeln unterscheiden: Der *lange* Pastinak (Futterpastinak), der *runde* (ausschließlich Speisesorte) und eine der Form und Verwendung nach Mittelsorte — der *Jersey-Pastinak*. Diese letztere Sorte ist ertragreich und dient stellenweise zur Fütterung des Milchviehes (Jersey-Inseln).

γ) **Kohlrübe (Brassica napus rapifera D. C.)** und **Steckrübe (Brassica rapa rapifera D. C.**, beide aus der Familie der Cruciferen) sind zwei einander sehr ähnliche Formen sowohl nach der Zusammensetzung der Wurzeln, ihrer Kultur als auch ihrem Futterwert. Sie unterscheiden sich voneinander in ihrem Äußeren im zweiten Jahre deutlicher als im ersten. Bei der Kohlrübe sind die Blätter ebenso wie beim Raps (Brassica napus oleifera — eine Pflanze derselben Art, die sich von der Kohlrübe durch eine nicht verdickte holzfaserhaltige Wurzel und ölhaltige Samen unterscheidet) blaugrün gefärbt (wie beim Kohl). Das oberste Blatt umschließt den Stengel bis zur Hälfte. Bei der Steckrübe und dem Rübsen (Brassica rapa oleifera), der zu der Steckrübe in demselben Verhältnis steht wie der Raps zu der Kohlrübe, sind die Blätter grasgrün gefärbt. Das oberste Blatt umschließt den Stengel vollkommen. Die Blüten beider Wurzelfrüchte sind goldgelb. Von den *Kohlrübensorten* seien hier die *weißen und die gelben* genannt; die letzteren, die in England und in Schweden angebaut werden, heißen auch *Rutabaga*. Einige Sorten gehören ausschließlich zu den Futter-, andere zu den Speisesorten. Die Steckrüben werden in runde, flache und lange eingeteilt[1]. Ihre Futtersorten, *Turnips*, erreichen manchmal Riesenausmaße. In England z. B. wiegen die Turnipse (die Wurzeln) 15 kg und mehr.

Nach den Versuchen unserer Farm (Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje), wo viele Sorten geprüft wurden (die sechswöchige, weiße grünköpfige, weiße rotköpfige, Bort-

[1] Siehe ausführlicher bei Weselowskaja: Die Kohlrübe, Steckrübe und der Turnips. Ausg. d. Inst. angew. Bot. (Leningrad 1926).

felder, Norfolker, Östersundom, Jellow-Tankard u. a. m.), verdienen die Sorten finnisch-schwedischer Abstammung, wie Östersundom und Finnisch-Bortfelder, die größte Beachtung, ebenso gelber Tankard. Von den Kohlrübensorten sind zu erwähnen: Hoffmanns gelbe und weiße, die gelbe Schwedische und Banholm. Im Gouvernement Leningrad gedeihen am besten Banholm und Mustiala (aus Finnland).

Ihrer *Zusammensetzung* nach stehen Kohlrüben und Steckrüben einander sehr nahe; sie unterscheiden sich durch den Trockensubstanzgehalt: Die Kohlrübe enthält etwa 13 %, die Steckrübe 8,5 %. Infolge dieses Wasserreichtums werden auch die Steckrüben auf deutsch Wasserrüben genannt. In der Trockensubstanz wiegen die Kohlehydrate vor, wobei der Rohrzucker an die zweite Stelle hinter Dextrose rückt (Blomeyer). Die Asche beider enthält viel Kali wie die Asche aller anderen Wurzelfrüchte. Dieser Kalireichtum steht ebenfalls nicht in direkter Verbindung mit den Ansprüchen der Pflanzen an eine Kalidüngung. Sowohl die Kohlrübe wie auch die Steckrübe stellen an das Klima keine besonderen Ansprüche: die Kohlrübe, weil sie gegen nicht zu starke Herbstfröste (4—5°) unempfindlich ist, wenn sie auch eine lange Wachstumsperiode hat (22 bis 26 Wochen); die Steckrübe, weil sie eine kurze Vegetationsperiode hat (10 bis 20 Wochen). Die *Kohlrübe* verträgt keine Dürre. Sie zieht feinkörnigen Lehmboden, der mehr oder weniger gebunden, feucht, gut bearbeitet und gedüngt ist, vor. Sie verträgt schwere, sehr feuchte Lehmböden besser als alle anderen Wurzelfrüchte, besonders wenn sie verpflanzt wird, so daß es sich sogar auf Feldern, die mit Futterrüben bebaut werden, empfiehlt, die zu feuchten Stellen mit Kohlrüben auszupflanzen. Bei der *Steckrübe* ist es umgekehrt. Sie wird erfolgreich in feuchtem Klima auf gedüngten lockeren Sandböden angebaut. Im Westen stehen beide Wurzelfrüchte auf dem Bracheschlag. Die Steckrübe kann außerdem infolge ihrer kurzen Vegetationsperiode (besonders bei einigen Sorten) als *Stoppelpflanze* angebaut werden, besonders bei einem langen Sommer und feuchtem warmen Herbst; d. h. die nach der Ernte der Hauptfrucht angebaute Steckrübe kann noch vor Eintritt der Frostperiode reif werden.

Diese Eigenschaft der frühreifen Turnipse, eine Ernte innerhalb von 3 (manchmal von $2^1/_2$) Monaten zu bringen, wird im Westen (z. B. in Belgien) weitgehend ausgenutzt, um außer der Ernte der Hauptwurzelfrüchte in der Fruchtfolge auch noch eine oder zwei ergänzende (Stoppel-) Früchte zu haben. Hier sei ein Beispiel einer solchen intensiven Futterfruchtfolge von einer Milchwirtschaft in Belgien angeführt: 1. Wurzelfrüchte, Rüben, Möhren (keine Kreuzblütler) und Roggenaussaat im Herbst; 2. Mähen des Roggens zu Futterzwecken und Verpflanzen von Kohlrüben; 3. Turnipssaat im Sommer und Roggensaat im Herbst; 4. Winterroggen und Stoppelrüben; 5. Futterrüben, Möhren; 6. Hafer mit Untersaat von Klee oder Luzerne, die dann außerhalb der Fruchtfolge bleiben; 7. Winterroggen und Stoppelwasserrüben.

Ebendort wird auch eine intensive Dreifelderwirtschaft mit 4 Kulturen innerhalb von 3 Jahren angetroffen: Sommerung — Klee — Winterung mit Stoppelwasserrüben. Hier ist die Entstehung dieser Fruchtfolge aus der typischen Vierfelderwirtschaft der Norfolker Fruchtfolge klar zu ersehen: Wurzelfrüchte — Sommerung — Klee — Winterung.

Infolge seiner *Frühreife* und *Anspruchslosigkeit* an den Boden kann der Turnips, der sich als Hauptfutterwurzelfrucht in den Gouvernements Petersburg, Nowgorod, Wologda und in Finnland bis zur Grenze Lapplands verbreitet hat, auch bei uns außerdem in einer bestimmten Entfernung von den Nordgrenzen der Kulturpflanzen als bequeme Ergänzungspflanze, als Stoppel- oder Untersaat auftreten, natürlich nicht als Ersatz, sondern als Ergänzung seines selbständigen Anbaues als Hauptfrucht.

Der *Boden* muß für den Turnips gut vorbereitet sein sowohl was die Tiefenbearbeitung als auch die Krümelung der Oberfläche anlangt; auf flachen Böden verdient die Dammkultur Beachtung. Auch muß der Boden gut gedüngt sein, vor allem mit Stallmist. Ist der Stallmist zu der vorhergegangenen Frucht gegeben worden, so ist eine Ergänzungsdüngung mit Mineralstoffen erwünscht. Die Wasserrüben werden wie gewöhnlich ausgesät (10—15 Pfd. bei Reihensaat), die Kohlrüben häufig verpflanzt. Das letztere ist für den Kampf gegen den Erdfloh, der die Kohlrübe oft beschädigt, und für die erforderliche Bearbeitung der Tonböden im Frühjahr sehr zweckmäßig. Nach Beobachtungen von W. A. Charschenko war es auf der Farm der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje leicht, Kohlrüben nach der Ernte eines Roggenwickgemenges durch Verpflanzen anzubauen oder noch Turnips auszusäen.

Die Wasserrübe verträgt das Verpflanzen schlecht. Hat man keine Drillmaschine, so benutzt man zum Säen der Wasserrüben eine Flasche, in deren Pfropfen ein Röhrchen eingesetzt ist (aus Glas oder den Abschnitt eines Gänsefederkieles). Aus dieser Flasche werden die Samen allmählich auf die auf dem Damm vorbereitete Furche gestreut. Die Zeit der Einsaat des Turnips wird nicht nur durch die Wetterverhältnisse bestimmt, sondern auch noch durch die Vermehrungsstadien seines Hauptschädlings — des Erdflohes. Deswegen übereilt man sich oft mit der Einsaat nicht. In der Moskauer Gegend z. B. wird die Saat bis Ende Mai, Anfang Juni verschoben (manchmal erfolgt die Bestellung in 2 Abschnitten). Die direkten Bekämpfungsmaßnahmen des Erdflohes werden mehr in Gemüsegartenkulturen angewendet und auf den Pflanzbeeten der Kohlrüben, Kohl und Futterrüben. Der Verfasser konnte in Finnland folgende eigenartige Maßnahme bei der Turnipskultur beobachten: Nachdem man die Turnipssamen auf die Dämme gesät hatte, streute man nach einigen Tagen eine zweite Samenportion in die Furchen. Laufen die jungen Pflanzen auf und erscheint auch der Erdfloh, so locken die Pflanzen in den Furchen, weil sie zarter sind, den Floh von den Kampfpflanzen weg; die letzteren können infolgedessen kräftig werden und dem Floh „entwachsen". Die Pflanzen in den Furchen werden beim Hacken vernichtet. Manchmal wird das Vereinzeln nicht auf einmal ausgeführt, sondern in 2 Abschnitten ebenfalls wegen der Flohgefahr.

Zur Pflege des Turnips verwendet man den Häufelpflug und Hackmaschinen (Planet u. a.). Eine vereinfachte Hackmaschine, die mit dem Namen „Igel" bezeichnet wird und von jedem Dorfschmied hergestellt werden kann, ist in der obengenannten Broschüre von Erschow beschrieben: 3 Holzleisten, die durch Eisenstäbe verbunden sind, bilden den Rahmen dieser selbsthergestellten „Hackmaschine". In diese Holzleisten werden Zähne eingesetzt und 2 Handgriffe angebracht. Die Breite des Arbeitsganges dieses Gerätes beträgt 45 cm; sie kann reguliert werden.

Als *Untersaat* unter Sommerwicken werden sowohl Turnips wie auch Kohlrüben zweckmäßig mit einer Drillmaschine gedrillt und zwischen den Reihen nach der Ernte der Wicke gehackt. Sogar nach der Ernte eines Wickhafergemenges zu Grünfutter gelang es, einen „frühreifen" Turnips auszusäen und Kohlrüben auszupflanzen, wenn das Feld gut gedüngt war. Untersaat des Turnips ist auch unter Roggen möglich, wobei die Winterung besser geeggt wird.

Natürlich ist auch der Ertrag des Turnips wie auch der Kohlrüben dann höher, wenn sie das Feld als Hauptfrucht einnehmen. Als Untersaat oder als Stoppelfrucht gewähren sie aber die Möglichkeit, eine zweite Ernte in demselben Jahre, in welchem die Hauptfrucht geerntet wird, zu gewinnen. Pflege und Ernte erfolgen auf gewöhnliche Art und Weise wie auch bei der Rübe. Unter den gegenwärtigen Verhältnissen, in denen man eine Verbilligung der Pflegemaßnahmen anstreben muß, ist es auch nützlich daran zu denken, daß das Eggen eine der Hauptpflegemaßnahmen der Wasserrüben sein kann. Auch im Westen wurden zu Zeiten von Schwerz die Wasserrüben als Stoppelfrucht breitwürfig gesät, weil das Inventar damals noch nicht so geeignet war. Hatten die Pflanzen Wurzel gefaßt, so wurde die Saat wiederholt geeggt, nicht nur um den Auflauf zu verdünnen, sondern auch um das Unkraut zu bekämpfen und den Boden zu lockern. Dabei hatte es sich als zweckmäßig erwiesen, so lange zu eggen, bis das Feld

schwarz war und der unerfahrene Landwirt meinen konnte, die Wasserrüben seien vernichtet. Daher stammt auch das alte belgische Sprichwort: „Wer Wasserrüben eggt, darf sich nicht umsehen."

Im Jahre 1921 wurde auf der Farm der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje unbeabsichtigt der Versuch gemacht, bei Reihenaussaat den Turnips zu eggen, weil man nicht rechtzeitig hacken konnte und die erforderlichen Arbeitskräfte nicht zur Verfügung standen. Man kann sagen, daß durch zweimaliges Eggen die Turnipssaat vor der Erstickung durch Unkräuter gerettet worden ist. Der Turnips verlangte nachher nur noch eine Hacke und ein endgültiges Vereinzeln mit der Hand, um einen Ertrag zu liefern, der für ein trockenes Jahr recht gut war (über 450 dz/ha).

Die gewöhnlichen Erträge der Kohlrübe und der Wasserrübe erreichen in England 450—600 dz/ha, in Deutschland und Rußland sind sie infolge des kürzeren Sommers gewöhnlich etwas niedriger. Nach den Mitteilungen von Blomeyer lassen sich Wasserrüben und Kohlrüben von allen Wurzelfrüchten am schlechtesten aufbewahren. Feuchtigkeit und Temperatursteigerung rufen leicht ein Schlechtwerden der Wurzeln hervor. Bei uns dagegen läßt sich die Kohlrübe gut aufbewahren (Beobachtungen von W. A. Charschenko auf der Farm der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje). Offenbar wird dies durch die große Beständigkeit unseres Winters begünstigt. In England braucht man den Unbequemlichkeiten der Aufbewahrung nicht in dem Maße Rechnung zu tragen, weil dort infolge des langen und milden Herbstes die Möglichkeit gegeben ist, Wurzeln und Blätter vom Vieh abweiden zu lassen. Für den Samenbau verlangen die Stengel der Kohlrübe und der Steckrübe das Anbinden in größerem Maße als die Rüben und Möhren. Dies wird durch die größere Zerbrechlichkeit und durch die Neigung zur Fäulnis beim Lagern hervorgerufen. Die *Samengewinnung* ist jedoch in nördlicheren Gebieten als bei Rüben und Möhren möglich, weil die Samen der Kohl- und Steckrüben schneller reif werden. Im Gouvernement Moskau reifen die Turnipssamen derart früh, daß die Samenträger sogar in ein Brachefeld gepflanzt werden können; nach ihrer Reife und Ernte kann man den Boden noch einmal bearbeiten und mit Winterung bestellen.

δ) **Kohl.** Hier sei noch eine Brassica-Art erwähnt, die ebenfalls zu den Hackfrüchten gehört, obgleich sie keine Wurzelfrucht ist. Es ist der *Kohl* (Brassica oleracea), der ebenfalls als Futterpflanze (z. B. in Belgien) angebaut wird. Seine Merkmale sind: Blätter von blaugrüner Farbe, hellgelbe Blüten; der Stengel wird von der Blattscheide nicht umfaßt. Von den speziellen Futtersorten seien hier angeführt: *Brassica oleracea acephala* (im Gegensatz zu capitata, d. h. Kopfkohl), der sog. Kuh-, Riesen-, Holz- oder Winterkohl. Diese Art liefert das Futter in Form von Blättern, die von Ende August bis zum Spätherbst nacheinander abgebrochen werden, indem man mit den untersten, den älteren beginnt. Man kann den Kohl auch durch Verpflanzen nach solchen Pflanzen anbauen, die das Feld früh verlassen, z. B. nach einem Gemenge von Winterwicken und Winterroggen. Das gleiche gilt auch für die Speisekohlsorten, deren Anbau nach den Versuchen im Gouvernement Moskau aus den Gemüsegärten ins Feld übertragen werden kann. Dabei ist der Kohl für mineralische Düngung sehr dankbar. Mit Hilfe der Mineraldüngung kann man bei derselben Stallmistmenge die Fläche durch solche ertragreichen Früchte besser ausnutzen. Eine etwas abweichende Form stellt der Strunkkohl mit seinem verdickten Mittelteil des Stengels dar. Endlich sei noch der *Kohlrabi* (Brassica oleracea caulorapa) erwähnt, dessen Stengel über dem Erdboden verdickt ist. Die Verdickungen der beiden letztgenannten Sorten sind mit einem zarten saftigen Mark gefüllt. Der Kohlrabi hat grüne und violett gefärbte Sorten.

ε) **Die Cichorie** (Cichorium intybus, aus der Familie der Compositen) mit einer dünnen holzfaserhaltigen Wurzel, wird wildwachsend überall angetroffen. Als Gemüse- und Salatpflanze wurde sie schon im Altertum angebaut. Als Futterpflanze trat die Cichorie in der Kultur erheblich später auf. Als technische Pflanze wird die Cichorie vom 18. Jahrhundert ab bis heute in ziemlich ausgedehntem Maße (besonders in Deutschland) angebaut; aus ihren Wurzeln wird ein Kaffeesurrogat hergestellt. In der Zusammensetzung ihrer Wurzeln erinnert die Cichorie an die Zuckerrübe; sie unterscheidet sich von dieser allerdings durch den Gehalt an einem anderen Kohlehydrat, dem Inulin. Außerdem enthält die Cichorie bittere Substanzen; sie wird deswegen vom Vieh ungern gefressen, wenn es nicht daran gewöhnt ist. An Klima und Boden stellt die Cichorie geringere Ansprüche als die Zuckerrübe. Sie kann erfolgreich auf leichteren Böden gebaut werden und ihre Kultur dringt weiter nach Norden vor. Die Cichorie wird meistens zur technischen Verarbeitung angebaut. Die Aufgabe des Cichorienbaues besteht darin, nach Möglichkeit viele regelmäßig gebaute, unbeschädigte, an Trockensubstanz reiche Wurzeln zu ernten. Zur Gewinnung von Cichorienkaffee werden die Wurzeln geschabt, gewaschen und der Länge nach in Streifen zerschnitten, dann auch quer in Stücke, die getrocknet werden. In Deutschland werden etwa 1000 ha mit Cichorien bestellt. Bei uns wird sie wenig angebaut, am meisten noch im Kreise Rostow des Gouvernements Jaroslawl[1].

3. Literatur.

A. Ältere Literatur.

Blomeyer: Die Kultur der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. 1889.

Frankfurt: Was muß der Landwirt über den Anbau der Zuckerrübe wissen. 1912. — Siehe ebenfalls die Beschreibung der Wirtschaften (wie „Gut Moschnogorodischschenskoje", zusammengefaßt von Philippschenko, das Gut Guty von König, das Gut von Tereschtschenko u. a.).

Fruwirth: Die Züchtung 4, 1907.

Gawronsky: Anweisungen zum Anbau der Zuckerrübe. 1883.

Kudelka: Die Zuckerrübe und ihre Kultur. Landw. u. Forstw. 1894.

v. Rümker: Zuckerrübenzüchtung der Gegenwart. 1892.

Sleskin: Die Zuckerrübe und ihre Kultur. 1908.

Stebut: Grundlagen des Ackerbaues. 1882.

Über den Bau der Wurzeln: De Vries: Landw. Jb. 1879. — Schindler: Z. d. Ver. f. Rübenzuckerind. 1890.

Fragen der Bearbeitung, der Saat und Pflege: Siehe Arb. d. Netzes der Versuchsfelder Kijew. — Ber. d. Versuchsstat. Iwanowo, Sumy u. a.

Düngung: Prof. Saikewitsch: Über einige Fragen des Zuckerrübenanbaues. 1889. — Siehe Literaturübersicht im Aufsatz des Verfassers. Ann. d. Akad. in Petrowsko-Rasumowskoje 1889 u. 1891. — Teilweise Berichte der Tagungen auf den Gütern von Charitonenko. Der Landwirt 1900 u. 1901; Z. Landw. 1902. — Berichte von Shukow, Roschdestwensky, Sasanow, Pochodnja. — In den Arbeiten der Versuchsstat. Iwanowo. Ber. von Frankfurt u. seiner Mitarbeiter. Arb. d. Netzes d. Gesellsch. d. Zuckerrübenfabrikanten.

Entwicklungsverlauf: Aimé Girard: Ann. de l'Inst. agronom. Paris Nr 10 (1854—85). — Briem: Biedermanns Zbl. f. Agrikulturchem. 1882. — Philippowsky: Arb. d. Kijewer Netzes usw. — Ebendort: Duschetschkin: Verbrauch der Nährstoffe.

Methodik der Wurzelanalyse: Ber. d. Zuchtstat. Charkow H. 1 (Aufsatz von Prof. Saikewitsch). — Aufsatz von Zalensky: Arb. d. Netzes.

Beurteilung der Samen: Eine Reihe von Aufsätzen von Marek, Grassmann, Briem, Sempolowsky, Sadler, Nesterow, Pawlenko u. a., vor allem in der Z. d. Ver. f. Rübenzuckerind., Bl. f. Zuckerrübenbau, Mitt. d. Kijewer techn. Ges. und Z. d. Zuckerrübenind.

[1] Ein Futter, das seiner Zusammensetzung nach den Wurzelfrüchten nahesteht, liefert der *Kürbis*. Über seine Kultur siehe bei Vavilov: Feldkulturen des Südosten, S. 203—218.

Samenbau und -züchtung: Zalensky: Die Rübe im westlichen Rußland und in Polen (geschichtliche Übersicht). 1919. Zalensky: Z. d. Zuckerrübenind. Kijew 1915.
Schädlinge: Siehe die Aufsätze von Trzebinsky, von Wasiljew u. a. in Z. d. Zuckerind.
Einwirkung des Wetters auf die Zusammensetzung der Wurzel: Petermann: Neue Z. f. Rübenzuckerind. 1890—91. — Wichlajew: J. exper. Landw. 1918.
Zusammensetzung der Rübenwurzel: Stammer: Lehrbuch der Zuckerfabrikation. — Rümpler: Nichtzuckerstoffe der Rübe. — Die Aufsätze von Smolensky u. a. Autoren in Z. f. Rübenzuckerind. (deutsch); Z. f. Zuckerind.; Mitt. d. Kijewer techn. Ges. u. a. m.
Zeitschriften, die Aufsätze über Kultur und Verarbeitung der Zuckerrübe enthalten: Bl. für Zuckerrübenbau; Dtsch. Zuckerind.; Jber. ges. Landw.; Mitt. d. Kijewer Abt. d. techn. Ges.; Sucrerie indigène et coloniale; Z. d. Zuckerind. (Kijew); Z. f. d. Zuckerind. des Deutschen Reiches.

B. Nachtrag zur 7. Auflage.

Bull. d. Sorten- u. Samenverwaltung d. Zuckertrustes (mehrere Lieferungen).
Delille: Arbeitsweisen, Arbeitsverbrauch und Leistungen beim Zuckerrübenbau. Landw. Jb. 65, 257 (1927).
Gaspart: La Culture de la betterave à sucre. Paris-Namur 1924.
Gorodetzky: Der Anbau der Zuckerrübe in der Ukraine. Kijew 1925.
Grüner: Samenbau der Getreidearten und der Zuckerrübe. Kijew 1927.
Jahresberichte der Versuchsstationen des Zuckertrustes (Mironowo, Belozerkow, Ramon usw.) für die Jahre 1923—28.
Munerati: Osservatione e ricerche sulla barbietola da zucchero. 1920.
Deutsche landwirtschaftliche Presse, Nr 47 (1926).
Remy: Zur Lage des Zuckerrübenbaues. 1925.
Roemer: Handbuch des Zuckerrübenbaues. 1927.
— Zuckerrübenzüchtung.
Schindler: Wertbestimmung des Rübensamens. Landw. Versuchsstat. 104 (1925).
Solakow: Zuckerrübensorten (mehrere Lieferungen). 1923—26.
Sortenstationen des Zuckertrustes 1923.
Tabensky: Beta vulgaris v. sacharifera. Atlas d. Anat. u. d. Biol. d. Rübe. 1923.
Towàrni vyroba cukru repového. Praha 1924 (Aufsätze: Urban: Pestovani tovarni repu. — Bartos: Pesteni repneho semene).
Vilmorin: Heredité chez le betterave. 1926.
Vohrusek: Chemie der Zuckerindustrie (enthält Angaben über die Zusammensetzung der Rübe). 1920.
Zuckerrübenbau-Monatsschrift, herausgegeben von Roemer.

Literatur über Futter-Wurzelfrüchte
außer Stebut und Blomeyer.

Chartschenko: Der Anbau von Futterwurzelfrüchten (mehrere Ausgaben).
— Ernte und Aufbewahrung der Futtermittel. 1915.
Erschow: Wie baut man Futterwurzelfrüchte. 1919. (Populäre Broschüre.)
Fühling: Der praktische Rübenbauer.
Nedokutschaew: Der Anbau der Futterwurzelfrüchte. 1926.
Nedokutschaew und Rostowzew: Sortenversuche mit Futterwurzelfrüchten. 1903—15.
Renard: Futterwurzelfrüchte. Smolensk 1926.
Weselowskaja: Kohlrübe, Wasserrübe und Turnips. 1926. Außerdem eine Reihe von Berichten unserer Versuchsstationen, in denen Sortenfragen und andere Fragen des Wurzelfruchtbaues erörtert werden.

II. Gruppe.

Körnerpflanzen.

I. Kulturpflanzen mit stärkereichen Früchten.

Die Körnerpflanzen sind unsere wichtigsten Kulturpflanzen. Sie nehmen fast neun Zehntel der gesamten Anbaufläche der Sowjetunion ein. Dabei entfallen auf Roggen rund ein Drittel (32,2 %), auf Weizen etwa ein Viertel (23,7 %), auf Hafer etwa ein Fünftel (19,2 %) und auf Gerste etwa ein Zehntel (11 %) von sämtlichen Saaten. Hirse, Mais und Spelzweizen ergänzen diese Reihe.

Einerseits ist diese Bevorzugung der Körnerfrüchte vor anderen Kulturen begreiflich, weil die Getreidepflanzen Körner mit einem solchen Verhältnis der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien Substanzen liefern, daß der menschliche Organismus seine Existenz im Notfall durch Brot allein aufrechterhalten kann. Dieses Verhältnis ist ungefähr 1:6, dagegen in der Kartoffel 1:10, in der Erbse 1:2 und im Fleisch mittlerer Güte 1:0,25. Deswegen können diese Nährstoffe im Unterschied zu Brot nur in der erforderlichen Vermischung mit anderen Stoffen die Bedürfnisse der menschlichen Nahrung befriedigen.

Außer diesem Verhältnis zwingt noch ein anderer Grund die Bevölkerung dazu, Weizen und Roggen allen anderen Pflanzen vorzuziehen: Sie enthalten bestimmte Eiweißarten (Gruppe der Kleberstoffe), die bei der Teigbereitung aufquellen und beim Backen des Brotes unter Gerinnung erhärten, wobei sie die poröse Struktur, die das Brot durch die Gärung erhalten hat, bewahren. Diese Struktur erleichtert die Arbeit bei der Verdauung. Wenn man aus Bohnen und Kartoffeln auch eine Mischung, die ihrer Zusammensetzung nach dem Brote entspricht, herstellen kann, ist dieses Brot doch nicht porös, wenn man ihm kein Getreidemehl oder Eiweiß vom Hühnerei hinzusetzt.

Besitzen Kartoffeln und Wurzelfrüchte ferner den Vorteil, größere Erträge an Trockensubstanz zu liefern, so sind diese Erträge nicht so transportfähig und lagerfähig wie diejenigen der Getreidearten.

Jedoch steht eine zu große Getreidefläche 1. im Widerspruch zu dem Erreichen von Höchsterträgen der Getreidearten selbst, 2. stört sie die Entwicklung der Kultur anderer Pflanzen, die ertragsfähiger sind als die Getreidearten und gut zur Ernährung des Menschen benutzt werden können, sofern man über eine bestimmte Brotmenge verfügt, die bei einer solchen Ergänzung kleiner als bei einer ausschließlichen Broternährung sein kann.

Bis jetzt herrschte bei uns die Dreifelderwirtschaft mit einem höchst einförmigen Getreidebau. In einer solchen Dreifelderwirtschaft sind hohe Erträge nur bei Vorhandensein großer Wiesenflächen möglich; andernfalls sinken die Getreideerträge infolge des Mangels an Futtermitteln. Insbesondere erscheinen unsere Getreideerträge im Vergleich zu anderen Ländern Europas sehr niedrig. So hatten wir bei Weizen in der Vorkriegszeit folgende Mittelerträge:

Belgien	Holland	England	Deutschland	Rußland
24,7 dz/ha	24,3 dz/ha	22,5 dz/ha	21,0 dz/ha	6,75 dz/ha

Bei Wiesenmangel können hohe Getreideerträge nur durch eine Abwechslung der Getreidearten mit Futterpflanzen (besonders Leguminosen) und durch den Anbau der Wurzelfrüchte erreicht werden, was auch in Westeuropa der Fall ist.

Infolgedessen ist die Steigerung der Getreideerträge in Zukunft mit einer gewissen Einschränkung der Getreideflächen verbunden, wobei die Gesamtgetreideernte im Lande nicht geringer werden wird. Die Hackfruchterträge (Kartoffeln) werden ein reines Plus zu den Getreideernten darstellen. Dieses Plus ist um so wertvoller, weil die Kartoffeln und die Wurzelfrüchte eine viel größere Masse an Nährstoffen vom Hektar liefern als die Getreidearten (3mal soviel verdauliche Trockensubstanz wie das Sommergetreide; im Vergleich zum Wintergetreide ist das Überwiegen noch größer, weil zu der Winterung auch noch das Brachefeld gerechnet werden muß). Die *Einführung der Fruchtfolge* mit verschiedenartigen Kulturen ist nicht nur ein Mittel *zur Steigerung der mittleren Getreideernten*, sondern auch ein Mittel der *Versicherung gegen die Schwankungen* in einer Volkswirtschaft, die durch periodische Mißernten hervorgerufen werden. Bei einer einförmigen Kultur der gewöhnlichen Getreidearten bringt die Frühjahrsdürre oder die Vermehrung irgendeines Schädlings die ganze Ernte in Gefahr, während bei einer vielseitigen Kultur die Vernichtung einer Pflanzenart durch die Entwicklung der anderen, die größere Niederschlagsmengen vor allem in der 2. Sommerhälfte verlangen, wieder ausgeglichen wird. Als solche Pflanze ist z. B. die Kartoffel anzusehen. Aber auch unter den Getreidearten selber kennen wir Pflanzen von anderer Art als die gewohnte, deren Anbau mit einer Bearbeitung zwischen den Reihen verbunden ist, und die bei allgemeiner Dürrewiderstandsfähigkeit genügende Ernten (vor allem bei Juli- und August-Regenmengen) selbst in solchen Jahren liefern, in denen die gewöhnlichen Getreidearten unter Frühjahrsdürre stark leiden und sich bei den späten Regenmengen nicht wieder erholen können. Als solche Pflanze ist der Mais zu bezeichnen, der, wie auch die Kartoffel, eine viel größere Bedeutung als bisher erlangen muß, z. B. für den Südosten.

So muß also eine größere *Vielseitigkeit der Kultur* auch als ein Mittel zur Steigerung der Getreideerträge angesehen werden; gleichzeitig als ein Mittel, ein Land vor einer allgemeinen Mißernte dadurch zu schützen, daß ein Teil der Anbaufläche mit anderen Pflanzen bebaut wird, die ertragsfähiger sind als unsere gewöhnlichen Getreidearten. Die ganze bebaute Fläche weist dann eine viel größere Widerstandsfähigkeit gegen Dürre und andere Schädigungen auf als jede Kultur für sich allein.

Zur 1. Untergruppe der Körnerpflanzen gehören die Pflanzen mit stärkereichen Körnern: die *Getreidearten* (gramineae) und eine Nicht-Graminee: der *Buchweizen* (polygonaceae). Bleiben wir zuerst hauptsächlich bei der Betrachtung der Getreidearten stehen.

Die Getreidearten.

1. Morphologie der Getreidearten.

Die Getreidearten, wie sämtliche Gramineen überhaupt, besitzen ein *Faserwurzelsystem*, was dadurch charakterisiert wird, daß eine Hauptwurzel fehlt und das System aus vielen Faserwürzelchen besteht. Diese Würzelchen streben von der Stengelbasis nach verschiedenen Richtungen aus, wobei sie sich vorzugsweise in der oberen Bodenschicht ausbreiten. Die Wurzeln entspringen aus den unteren, unterirdischen Stengelknoten, vor allem aus dem Knoten, der unmittelbar unter der Bodenoberfläche liegt. Die oberirdischen Stengelknoten bilden weit seltener Wurzeln aus.

Dies kann man bei unseren Getreidearten dadurch künstlich hervorrufen, daß man einen der oberirdischen Knoten beschattet und um ihn herum eine feuchte Atmosphäre schafft. Bei Lichtmangel und natürlichen Verhältnissen kommen Wurzelbildungen aus einem oberirdischen Knoten bei Bestockung über dem Erdboden vor (s. weiter unten).

Bei Mais z. B. ist es der dem Erdboden am nächsten gelegene Knoten. Wurzelausläufer besitzen die Getreidearten zum Unterschied von vielen wildwachsenden Gramineen nicht. Sie sind immer 1*jährige* Pflanzen. Auch das Wintergetreide kann nur 1jährig genannt werden, weil es nur einmal Früchte trägt. Nur manchmal findet man einen Hinweis auf die Abstammung von mehrjährigen Formen und eine gewisse Ähnlichkeit mit diesen. So wird berichtet, daß die Mohrenhirse in Afrika manchmal (ausnahmsweise) überwintert und, indem sie sich bestockt, mehrere Jahre hintereinander Früchte bringt. In unseren Breiten zeigt der Roggen manchmal die Neigung, nach der Ernte Ausläufer zu bilden (Batalin).

Der *Stengel* (Halm) ist wie bei allen Getreidearten *zylinderförmig* und seiner Länge nach durch *Knoten* in mehrere Abteilungen eingeteilt (5—6). Bei der Mehrzahl der Getreidearten ist der Stengel *hohl*, bei der Mohrenhirse und bei Mais ist er mit einer *markigen Substanz* ausgefüllt; in den Knoten besitzt er Querwände[1]. Anfänglich ist nur eine primäre Stengelanlage vorhanden. Im Laufe der Entwicklung beginnt sich die Pflanze zu *bestocken*; d. h. sie bildet im unteren Teil, gewöhnlich unter der Erde, aus einem oder mehreren Knoten Seitentriebe. Die Bestockung ist also eine Verzweigung des primären Stengels, jedoch keine Verzweigung auf der ganzen Stengellänge, sondern nur an Punkten, die dicht zusammenliegen und sich unter der Erde befinden (s. weiter unten).

Das *Blatt* besteht aus 2 Teilen: der *Blattscheide* und der *Blattspreite*. Die Blattscheide umfaßt den Stengel wie ein Rohr, das nicht geschlossen ist, sondern eine Spalte, mit Ausnahme der Riedgrasarten, besitzt, wodurch sie die jungen wachsenden Teile vor verschiedenen ungünstigen Einwirkungen schützt und dem Stengel Widerstandskraft und Standfestigkeit verleiht trotz der fehlenden Verholzung im unteren zarten wachsenden Stengelteil. Die Blattscheide ist mit dem Stengel an ihrem unteren Teil verwachsen, wo sich eine ringförmige Verdickung bildet. — der *Blattknoten*. Dieser Blattknoten, der sich direkt über dem Stengelknoten befindet, wird gewöhnlich mit dem letzteren zusammengeworfen; jedoch ist es nicht schwer, seine Blattherkunft zu erkennen. Man braucht nur den Knoten im unteren Teil ringsherum anzuschneiden, ohne dabei den Halm zu durchschneiden, dann läßt sich der scheinbare Knoten mit der Blattscheide zusammen sehr leicht vom Stengel abnehmen. Schneiden wir den Stengel der Länge nach durch, so sehen wir ebenfalls getrennt die Verdickung des unteren Blatteiles und die Querwand, die den Stengelknoten vorstellt. Der Blattknoten hat neben der Befestigung der Blattscheide an dem Stengel auch noch insofern eine gewisse Bedeutung, weil er den zartesten Stengelteil, der sich über dem Stengelknoten befindet, schützt. Dieser Stengelteil besitzt noch die Fähigkeit zu wachsen. Außerdem schützen die Blattscheiden auch diejenigen Stellen, die neue Triebe und Wurzeln unter entsprechenden Verhältnissen bilden können. Außerdem hilft der Blattknoten dem Stengel, sich im Falle einer Lagerung wieder aufzurichten. In diesem Fall übt das verstärkte Wachstum des Blattknotens in dem Teil, der dem Boden zugewandt ist, einen solchen Druck aus, daß sich der Stengel wieder allmählich aus seiner wagerechten Lage senkrecht emporrichtet.

An der Stelle des Überganges der Blattscheide in die Blattspreite ist bei allen Getreidearten das sog. *Blatthäutchen* (Ligula) zu sehen, ein kleiner, halbdurchsichtiger, farbloser Teil der Blattscheide (die Fortsetzung der Epidermis

[1] Zum Unterschied davon hat der dreikantige Stengel des Riedgrases keine Knoten.

der inneren Seite der Blattscheide). Dieses Blatthäutchen tritt aus der Scheide entweder als ein einfaches aufrechtstehendes Gebilde quer zur Blattspreite auf, oder als ein Gebilde, das außerdem an den Seiten mit Zipfeln von verschiedener Form versehen ist, die den Stengel von beiden Seiten umfassen (Blattöhrchen). Diese kleinen Blatteile, die ihre charakteristische Form bei jeder Art bewahren, sind ein gutes Merkmal zur Bestimmung der Getreidearten nach den Blättern. Es ist z. B. leicht, vor der Ausbildung der Ähre den Weizen zu erkennen, der ein Blatthäutchen mit feinen behaarten Öhrchen besitzt; die Gerste, deren Blatthäutchen mit besonders stark entwickelten halbmondförmigen Öhrchen ohne Haare versehen ist; den Roggen mit unentwickelten Öhrchen (werden sie bei einigen Sorten doch noch beobachtet, so sind sie zum Unterschied vom Weizen unbehaart); den Hafer, dessen stark entwickeltes Blatthäutchen gar keine Öhrchen aufweist. Die Bedeutung dieser Bildungen für die Pflanze will man darin sehen, daß das Blatthäutchen das Eindringen des Wassers in die Höhlung der Blattscheide verhindert und daß die Öhrchen dazu dienen, die Blattscheide stärker an dem Stengel zu befestigen.

Die *Blütenstände* der Getreidearten können zweierlei Form besitzen: Eine *Ähre* (bei Weizen, Roggen und Gerste) oder eine *Rispe* (bei Hafer, Hirse, Mohrenhirse und Reis). Einige Getreidearten (Setaria) haben eine *ährenförmige Rispe*; diese entsteht dadurch, daß die Äste, welche die Ährchen tragen, kürzer sind. Schließlich trägt eine Getreideart, der Mais, beide Blütenarten auf demselben Stengel; oben am Stengel sitzen die männlichen Blüten in einer Rispe, weiter unten sind die weiblichen Blüten zu einem Kolben zusammengefaßt, der sich von der gewöhnlichen Ähre dadurch unterscheidet, daß die Ährenspindel sehr stark verdickt ist. In der Spindel vertieft sitzen die Körner dicht beieinander und sind in feine Häutchen gehüllt. Außerdem sind die Körner regelmäßig über den ganzen Kolbenumfang verteilt; an der gewöhnlichen Ähre dagegen sitzen sie auf 2 Seiten. Infolgedessen muß man annehmen, daß die Maiskolben von der Rispenform und nicht von der Ährenform abstammen.

Die *Ähre* besteht aus einer stufenförmig abgesetzten mehr oder weniger gedrungenen Spindel, in deren Stufen an beiden Seiten abwechselnd die Ährchen sitzen. Ein jedes *Ährchen* besteht aus einem Stielchen, das unten rechts und links zwei *kelchähnliche* oder anders genannt — Hüllspelzen (Glumae) und einige Blüten trägt, die auf diesen Stielchen ebenfalls abwechselnd sitzen. Die Zahl der Blüten eines Ährchens ist bei den einzelnen Getreidearten verschieden. Sie sind auch im oberen und unteren Teil der Ähre verschieden entwickelt, wobei bei manchen Getreidearten die unteren Blüten einer Ähre besser entwickelt sind; nach oben hin werden sie schwächer; die obersten Blüten sind atrophiert. Bei anderen Getreidearten ist es umgekehrt; die Atrophie der Blüten findet unten statt, die am besten entwickelte Blüte ist die zweite. Auf dieser Grundlage können die Getreidearten in 2 Gruppen eingeteilt werden; der einen Gruppe gehören Weizen, Roggen, Gerste und Hafer an, bei denen die untersten Blüten am besten entwickelt sind. Zur anderen Gruppe gehören die hirseartigen Getreide: Hirse, Mais, Mohrenhirse, bei denen umgekehrt, die zweite Blüte am meisten entwickelt, die unterste dagegen atrophiert ist. Von dieser untersten Blüte bleibt nur ein Häutchen übrig, das sich von den Hüllspelzen nicht unterscheidet und infolgedessen als dritte unter ihnen (Hirse) erscheint, in scheinbarem Gegensatz zum gewöhnlichen Bautypus des Getreideährchens.

Jede *Blüte* ist außen von 2 Spelzen umgeben — einer *unteren* (oder äußeren) *gekielten Spelze* (Palea inferior), manchmal mit Granne, und *einer oberen* (oder inneren) *Spelze* (Palea superior), die gegen das Ästchen des Ährchens gerichtet und im Vergleich mit der vorhergehenden flach ist. Hinter den äußeren Spelzen

(Deckspelzen) befinden sich zwei sehr *kleine Schüppchen* (Lodiculae), die während der Blüte anschwellen und dadurch die Öffnung der Blüte hervorrufen. Endlich befinden sich im Innern der Blüte umgeben von diesen Schüppchen die allerwichtigsten Teile: Der *Fruchtknoten* mit der abwärts gerichteten Samenanlage und der 2fedrigen Narbe und 3 *Staubgefäße* (selten 6), von denen jeder aus einem dünnen Faden und einem 2teiligen Staubbeutel besteht.

Bei Mais sind die Blüten getrennt geschlechtlich, die männlichen Blüten stehen in einer Rispe, die unteren weiblichen in einem Kolben zusammen. Die Einrichtung der Blüte und der Ährchen ist dieselbe; jedoch ist die Zahl der Häutchen wie überhaupt bei den Hirsearten größer.

Die *Frucht*, gewöhnlich *Korn* genannt, besteht aus dem Samen, der eng von den Wänden des Fruchtknotens (nackte Frucht wie bei Roggen, Weizen und Mais) und nicht selten außerdem von 2 Spelzen (Scheinfrucht) umgeben ist, wie wir es bei Hafer, Hirse und Gerste sehen.

Die wichtigsten Vertreter der Getreidearten und ihre morphologischen Besonderheiten. Wir wollen mit den ährentragenden Getreidearten beginnen, von denen der **Weizen** (Triticum) am formenreichsten ist.

Man unterscheidet 2 Formenreihen bei Triticum sativum, und zwar: den *echten Weizen* (Triticum frumentum, mit fester Ährenspindel und nackten Samen) und den *Spelzweizen* (Triticum spelta, mit brüchiger Spindel und Körnern, die von Spelzen umgeben sind).

Der echte Weizen wird durch folgende Merkmale charakterisiert: Auf der stufenförmig abgesetzten Ährenspindel sitzt abwechselnd an jeder Biegung *ein* zusammengedrücktes Ährchen, das mit seiner Breitseite dem Stengel zugewandt ist. Gewöhnlich sitzen diese Ährchen recht dicht, so daß die Spindel von der Vorderseite der Ähre *nicht sichtbar* ist. Die Ährchen entwickeln je nach der Ernährung 2—5 Blüten; sie bringen aber gewöhnlich nicht mehr als 2—3 Körner. Die *Hüllspelzen* sind mehr oder weniger *breit*; sie bedecken die Vor- und Deckspelzen. Von den letzteren trägt die untere (Palea inferior) bei manchen Sorten eine Granne. *Die Festigkeit der Ährenspindel und der Ährchen einerseits und die Leichtigkeit, mit welcher die Körner aus den Spelzen herausfallen, andererseits bedingen die Unzerbrechlichkeit der Ähre beim Drusch und die Gewinnung von Körnern, die von den Spelzen befreit sind* (zum Unterschied von Spelzweizen). Nach der Einrichtung der Ähre, nach ihrer Form, nach der Dichte der Verteilung der Ährchen und nach einigen anderen Merkmalen unterscheidet man mehrere *Arten des echten Weizens*, von denen hier folgende Erwähnung finden sollen: 1. Der *gewöhnliche oder Weichweizen* (Triticum vulgare) wird charakterisiert durch eine kurze, mehr oder weniger lockere Ähre mit kurzen Ährchen, mit Hüllspelzen, welche die Vor- und Deckspelzen wenig verdecken und mit einem auf den Hüllspelzen schwach entwickelten Kiel. Die Grannen können auf der nach außen liegenden Deckspelze vorhanden sein oder fehlen; jedenfalls sind sie verhältnismäßig kurz; sie überschreiten die Länge der Ähre nicht und sind seitwärts zu der Ährenspindel gerichtet. Die Körner sind verschieden gefärbt, bald hellgelb, bald rötlich. Sie sind nicht zusammengedrückt, im Querschnitt rundlich mit einer scharf ausgeprägten Furche; sie zeigen einen mehligen Bruch. Der Halm ist der ganzen Länge nach hohl. Der gewöhnliche Weizen ist in der europäischen Kultur weiter verbreitet als die anderen Formen des echten Weizens; es gibt eine Unmenge von Sorten[1], von denen weiter unten die Rede sein soll. 2. Der *Hartweizen* (Triticum durum) wird durch folgende Merkmale charakterisiert:

[1] Von der Form Triticum vulgare wird noch als Sonderform Triticum compactum unterschieden, wobei unter diesem Namen eine Gruppe von Weizenarten mit kurzer gedrungener Ähre zusammengefaßt wird (s. weiter unten).

Die Ährchen sind länger als bei der vorherigen Art; die Hüllspelzen sind stärker entwickelt, sie bedecken die Blüte mehr und besitzen einen scharf hervortretenden Kiel. Die Spelzen umgeben das Korn fest. Es kann deswegen nicht ausfallen und läßt sich schwerer ausdreschen als beim Weichweizen. Die Ähre ist immer begrannt, wobei die Grannen immer länger als die Ähren sind. Das Korn ist länger als dasjenige des Weichweizens, seitlich zusammengedrückt, mit ausgeprägten Furchenrändern, immer hart und zeigt glasigen Bruch. Seiner Zusammensetzung nach ist es eiweißreich. Der Halm ist entweder ganz oder wenigstens in seinem oberen Teil, den obersten Halmgliedern, mit Mark gefüllt. Der Hartweizen hat für Rußland größere Bedeutung (Südost) als für Westeuropa. Im Westen wird er in den südlichen Ländern (Spanien, Italien), außerdem in Nordafrika und in Südamerika (Chile) angetroffen. 3. Der *„englische" Weizen* (Triticum turgidum). Dieser Weizen besitzt teilweise die äußeren Merkmale des Hartweizens. Die Ähre ist immer stark begrannt. Der Halm ist im oberen Teil mit Mark gefüllt, obgleich dieses Merkmal schwächer ausgeprägt ist. In anderer Hinsicht aber erinnert dieser Weizen an den gewöhnlichen Weizen, vor allem durch sein stärkereiches, im Bruch mehliges und im Durchschnitt noch runderes Korn; das Korn ist nach dem Ende hin, an welchem sich der Keimling befindet, etwas verdickt. Das Korn dieses Weizens zeichnet sich bei seiner Größe durch Dickschaligkeit und geringen Klebergehalt aus, weswegen sich das Brot schlecht backen läßt. Oft wird ein sammetartiger Charakter der Hüllspelzen beobachtet und eine Neigung der Grannen, bei der Reife abzufallen. Die Blätter sind ebenfalls gewöhnlich dicht mit Härchen bedeckt; sie besitzen eine breite Blattspreite. Die Verbreitung dieses Weizens ist beschränkt. Am meisten wird er in der Nilebene angebaut, deren Boden- und Klimaverhältnisse so günstig sind, daß die dort angebauten Sorten von Triticum turgidum eine verzweigte Ähre ausbilden („Wunderweizen"). In Europa, wo der englische Weizen hauptsächlich am Mittelmeer angetroffen wird, geht dieses Merkmal verloren. Der Name „englisch" ist nicht richtig, weil dieser Weizen für England nicht charakteristisch ist (bei uns wird er im südlichen Altai angetroffen). 4. Der *polnische Weizen* (Triticum *polonicum*), dessen Bezeichnung sonderbar ist, weil er nicht in Polen angebaut wird[1]. Dieser Weizen hat lange, harte, im Bruch glasige Körner, die den Körnern des Hartweizens ähnlich sind; sie übertreffen diese jedoch an Länge. Der Form nach sollen die Körner dieses Weizens Ähnlichkeit mit Roggenkörnern haben, weswegen dieser Weizen anscheinend auch mitunter als ägyptischer, syrischer oder Riesenroggen bezeichnet wird. Die Hüllspelzen sind nicht gekielt, stärker entwickelt und bedecken die Spelzen noch mehr als beim Hartweizen. Die Grannen sind weniger entwickelt als beim Hartweizen. Das Stroh hat Ähnlichkeit mit dem des Hartweizens. Er wird als Sommerweizen hier und da im südlichen Europa (Italien, Spanien), im nördlichen Afrika, in China und Abessinien angebaut. In Turkestan gibt es Übergangsformen zu dieser Weizensorte.

Der *Spelzweizen* unterscheidet sich vom echten Weizen durch eine *brüchige Ährenspindel, wodurch die Ähren beim Drusch auseinanderfallen (ohne Ausfall der Körner aus dem Ährchen)*. Es werden 3 Spelzweizenformen unterschieden (Unterarten): 1. *Die Spelzweizen selbst* (Triticum spelta). Die Ähre dieses Weizens erinnert etwas an den Weichweizen. Sie ist aber noch lockerer, infolge einer nicht so dichten Verteilung der Ährchen, die sich gegenseitig nicht bedecken, so daß

[1] Die wahrscheinliche Erklärung für diese Nichtübereinstimmung der Namen ist folgende: Linné hatte es mit einer Herbarpflanze zu tun, als deren Herkunftsort Galicia angegeben wurde, was auch den Anlaß gab, eine Herkunft dieses Weizens aus Polen anzunehmen. Jedoch existiert die Provinz Galicia auch noch in Spanien, wo tatsächlich ein Anbau von Triticum polonicum angetroffen wird.

die Ährenspindel sogar von der Ansichtsseite und nicht nur im Profil der Ähre sichtbar ist. Es gibt begrannte und unbegrannte Sorten. Jedes Ährchen enthält mehrere Körner; diese sind mehlig und erinnern ihrer Form nach an die Körner des Weichweizens. In Rußland wird dieser Weizen fast gar nicht angebaut; er erscheint überhaupt vorzugsweise als Pflanze der Vergangenheit. Er hatte im alten Ägypten große Bedeutung, teilweise auch in Griechenland und Rom.

2. Der *Wolga-Emmer* (Emmer; Triticum amyleum oder Triticum dicoccum) wird bei uns in einigen Gouvernements angebaut (Kasan, Nishnij-Nowgorod, Ufa, Orenburg). Dort wird dieser Weizen auch „Polba" genannt, unterscheidet sich aber vom richtigen Spelzweizen dadurch, daß er nicht locker gebaut und immer begrannt ist. Die Ährchen enthalten immer 2 Körner. Die Hüllspelzen sind etwas nach innen gebogen[1]; beim Spelzweizen sind sie fast gerade. Die Ährchen bedecken sich gegenseitig so, daß die Ährenspindel von der Ansichtsseite nicht sichtbar ist. Dieser Wolga-Emmer hat insofern mit dem Hartweizen Ähnlichkeit, weil er immer begrannt ist und immer große Hüllspelzen entwickelt. Man darf aber nicht vergessen, daß ein schroffer Unterschied zwischen dem Wolga-Emmer und dem Hartweizen im Korn besteht, das beim Wolga-Emmer weich und stärkereich ist. Außerdem ist auch im Ährenbau die Analogie nur äußerlich. Schon allein durch das zusammengedrückte Aussehen der Ähre ist der Wolga-Emmer beim ersten Anblick von dem mehr quadratischen Querschnitt der Ähre des Triticum durum zu unterscheiden.

3. Der *Einkornweizen*, Triticum monococcum L. In der Gedrungenheit der Ähre ähnelt er dem Emmer, unterscheidet sich aber von ihm durch eine kleinere, gänzlich flache Ähre. Er entwickelt außerdem in jedem Ährchen gewöhnlich nur eine Blüte[2]. Im Zusammenhang damit sind die Grannen in einer Reihe an jeder Ährenseite angeordnet. Sie sind nach oben gerichtet und liegen der Ähre an. Dieser Weizen wird wenig angebaut; in bemerkenswertem Maße nur in Spanien und in den Pyrenäen.

Der **Roggen** (Secale cereale) unterscheidet sich vom Weizen durch *schmale, lanzettförmige* Hüllspelzen, welche die stark entwickelten Vor- und Deckspelzen gar nicht umfassen, durch zweiblütige Ährchen (durch verbesserte Kultur und züchterische Maßnahmen kann auch die Entwicklung einer dritten Blüte hervorgerufen werden, jedoch verschwindet sie bei der Rückkehr in gewöhnliche Verhältnisse); ferner unterscheidet sich der Roggen vom Weizen durch die von 2 Seiten sägeförmig aussehenden Grannen auf den äußeren Deckspelzen, diese Zähnung läuft längs des Kieles auf dem Rücken der Deckspelze weiter. Zahlreiche abweichende Formen, die sich in morphologischer Hinsicht stark unterscheiden, gibt es hier nicht (ob infolge der Fremdbefruchtung, wie man früher annahm, ist kaum denkbar); von den Sorten wird weiter unten die Rede sein.

Die **Gerste** (Hordeum vulgare) unterscheidet sich vom Weizen und vom Roggen dadurch, daß die Ährchen in den Spindelstufen nicht einzeln wie bei den vorhergehenden Arten, sondern zu *dritt* in jeder Stufe sitzen. Die Ährchen sind dabei *einblütig*; sie entwickeln infolgedessen nur *ein* Korn. Es können entweder sämtliche Ährchen entwickelt oder einige von ihnen atrophiert sein. Jedenfalls kann die Veränderung der Kornzahl in der Ähre nur auf diese Weise erfolgen, weil die Einkörnigkeit des Ährchens für die Gerste ein ständiges Merkmal ist. Weil die Körner hier einzeln sitzen, jedes mit einem eigenen Paar Spelzen und Hüllspelzen, so ist das Auftreten der senkrechten Zeilen bei der Gerste begreiflich zum Unterschied vom Weizen, wo die Körner eines Ährchens von einem

[1] Hier ist vom äußeren Aussehen die Rede.
[2] Obgleich es doch auch zweikörnige Formen gibt.

gemeinsamen Paar Hüllspelzen, die dazu noch stärker entwickelt sind, umgeben sind. Hier sind dagegen die Hüllspelzen schmal, lanzettförmig und beide nach der Außenseite des Ährchens verschoben (nach der Seite, die der Ährenspindel gegenüberliegt). Die Spelzen umfassen das Korn. Die (eierförmigen) Deckspelzen tragen gewöhnlich eine stark entwickelte Granne. Die Körner sind meistenteils mit den Spelzen verwachsen, von denen sie auch beim Drusch nicht befreit werden (*Spelzfrucht*). Man unterscheidet folgende 3 Gerstenformen: 1. Die *sechsreihige oder sechszeilige Gerste* (Hordeum hexastichum) wird durch eine regelmäßige sechszeilige Ähre charakterisiert, bei der sich in jeder Spindelstufe alle 3 Ährchen entwickeln. Infolgedessen entstehen 6 Längsreihen. 2. Die *vierreihige oder vierzeilige Gerste* (Hordeum tetrastichum), bei der nur die mittleren Ährchen an jeder Seite in einer regelmäßigen senkrechten Linie angeordnet sind. Die seitlichen Reihen sind etwas verschoben, indem sie in die Seitenreihen der anderen Seite hineinragen; infolgedessen entstehen längs der Ähre vier nicht gleichmäßige Längsreihen. Insofern ist der Unterschied zwischen diesen beiden Formen nicht groß. Sie können sogar in eine Gruppe: mehrzeilige Gersten (Hordeum polystichum) zusammengefaßt werden. Die Grannen werden bei der vierzeiligen Gerste manchmal durch besondere Auswüchse der Spelzen einer jeden Blüte ersetzt (*Kapuzengerste* = Hordeum trifurcatum). 3. Die *zweireihige oder zweizeilige Gerste* (Hordeum distichum) zeichnet sich dadurch aus, daß die seitlichen Ährchen *zurückgebildet* sind; es bleiben nur die mittleren Ährchen an jeder Seite der Ährenspindel fruchtbar. Infolgedessen entstehen 2 Längsreihen an Körnern und dementsprechend auch nur 2 Grannenreihen.

Es sind auch Formen bekannt, bei denen alle Ährchen Früchte tragen, aber nur die mittleren begrannt sind (Gruppe Intermedium).

Die Atrophie der seitlichen Ährchen erreicht einen verschiedenen Grad; entweder sind sie gar nicht entwickelt oder nur in Form von Häutchen vertreten; einige bilden keinen Fruchtknoten aus, enthalten aber 3 Staubfäden. Eine besondere Form der zweizeiligen Gerste bildet die *Pfauengerste* (Hordeum zeocrithum) mit kurzer, dichter, flacher Ähre und fächerartig angeordneten Grannen.

Zu den Getreidearten mit rispenartigen Blütenständen gehören: Hafer, Hirse, Mohrenhirse, Mais und Reis.

Der **Hafer** (Avena sativa) ist durch zwei- bis vierblütige Ährchen gekennzeichnet. Man unterscheidet begrannten und unbegrannten Hafer mit verschiedener Färbung der Spelzen. Daher die „weißen", „gelben" und „schwarzen" Hafersorten. Die großen, das Ährchen völlig zudeckenden und immer farblosen Hüllspelzen sind hautartig. Das seiner ganzen Länge nach mit Härchen bedeckte Korn ist vorzugsweise bespelzt und nur bei einigen Sorten nackt. Die Granne ist bei Avena nicht am oberen Teil sondern am Rücken der Deckspelze befestigt. Bei genügender Entwicklung ist die Granne gekniet und im unteren Teil gedreht. Nach der Rispenform unterscheidet man 2 Hafergruppen: 1. den *gewöhnlichen oder Rispenhafer* (Avena patula oder diffusa) mit allseitswendiger Rispe, deren Äste nach allen Seiten gerichtet sind und 2. den *Fahnen- oder orientalischen Hafer* (Avena orientalis), dessen Rispenäste nur nach einer Seite gerichtet sind. Beide Formen besitzen zahlreiche Unterformen.

Die oben beschriebenen 4 Arten bilden die Gruppe der sog. echten (typischen) Getreidearten. Ihre gemeinsame Charakteristik besteht in folgendem: Das Korn besitzt eine klar gezeichnete Längsfurche und keimt mit mehreren Würzelchen. Die Zahl der Hüllspelzen ist normal (2); in dem Ährchen sind die untersten Blüten am meisten entwickelt; die Atrophie beginnt mit den obersten.

Die übrigen Getreidearten, die sog. *zuckerhaltigen* (Sacchariferae) oder die *hirseartigen* (Hirse, Mohrenhirse, Mais) zeigen am Korn weder Längsfurche noch

Härchen; sie bilden bei der Keimung nur ein Würzelchen. Die Atrophie beginnt im Ährchen von unten, wobei von der ersten Blüte, die atrophiert wird, ein Häutchen übrigbleibt, das dem äußeren Ansehen nach an eine Hüllspelze erinnert, wodurch es scheint, als wenn sich die Zahl der Hüllspelzen vermehrt. Viele Arten dieser Gruppen können in ihren Stengeln Zucker ablagern (Zuckerhirse).

Die **gewöhnliche Hirse** (Panicum miliaceum) besitzt einen behaarten Stengel, einen Blütenstand in Rispenform, in der jedes einkörnige Ährchen an einem besonderen Ästchen (Verzweigung der Rispe) mit 3 Hüllspelzen sitzt, von denen die unterste weit kürzer als die übrigen beiden ist. Das Korn bleibt beim Drusch in seine beiden glänzenden, harten Spelzen eingehüllt. Es gibt folgende Varietäten, die sich durch den Rispenbau unterscheiden: 1. *auseinanderhängende Hirse* (Flatterhirse, Panicum miliaceum effusum), deren Rispe gleichmäßig nach allen Seiten auseinanderhängt; 2. *herabhängende Hirse* (Klumphirse, Panicum miliaceum contractum) mit einer nur nach einer Seite geneigten Rispe, deren Äste an den Stengel angedrückt sind und 3. die *gedrängte Hirse* (Panicum miliaceum compactum, Dickhirse), deren Rispe infolge kürzerer Äste gedrungener erscheint. Es gibt Formen mit verschiedener Färbung, wobei die Färbung ebenfalls wie beim Hafer durch die Färbung der Spelzen hervorgerufen wird, die pergamentartigen Hüllspelzen sind immer farblos und matt.

Die *italienische oder* **Kolbenhirse** (Kopfhirse, Panicum italicum, auch Setaria italica) hat eine ährenförmige Rispe mit Borsten, die zwischen den Ährchen inseriert sind, was für sämtliche Setaria-Arten eigentümlich ist (z. B. Setaria viridis, Setaria germanica). Aller Wahrscheinlichkeit nach haben wir die Stammform, aus welcher diese ganze Gruppe entstanden ist, in der Setaria viridis zu suchen, woraus offenbar eine andere Art entstanden ist, Setaria germanica oder der Mohar, die als Futterpflanze angebaut wird. Aus dieser Art erst ist, wie man sich vorstellen kann, die *Kolbenhirse* entstanden, die sich von dem Mohar durch einen höheren Stengel (90—120 cm) und durch einen längeren, deutlich verzweigten Blütenstand und durch größere Körner unterscheidet.

Es sei hier noch eine Form: *Panicum sanguinale* (Mannagras), erwähnt, von der eine Zeitlang viel geredet wurde, die aber in der Kultur keine größere Bedeutung erlangt hat. Der Blütenstand besteht aus 2—5 Scheinähren, die von einem Punkt ausgehen; das Korn ist klein.

Die **Mohrenhirse** (Sorghum) steht in verschiedener Hinsicht den beiden vorangegangenen Arten, Panicum und Setaria, nahe. Sie unterscheidet sich aber von ihnen dadurch, daß sie auf jedem Rispenast 2 Ährchen entwickelt, während die anderen beiden Arten nur je 1 Ährchen ausbilden. Aber auch hier enthält das zweite Ährchen nur männliche Blüten. Außerdem ist der Stengel unbehaart und gefüllt. Die ganze Pflanze wird viel größer. Als wilde Stammform wird Sorghum halepense angesehen, ein Unkraut der südlichen Länder (z. B. in Transkaukasien). Körnicke teilte die Sorghumformen in verschiedene *Gruppen* ein: 1. *mit ausgebreiteter Rispe.* Hierher gehören die Arten, die zur Zuckergewinnung (Zuckerhirse) und zur Herstellung von Besen (Sorgho à balais) dienen; 2. *mit dichter Rispe*: a) der *Blütenstand* steht *aufrecht* und gerade. Hierher gehört die gewöhnliche Mohrenhirse; b) der *Blütenstand nickend* infolge einer Biegung im oberen Stengelteil. Hierher gehört Sorghum cernuum (Durrah), das bei uns im Turkestan angebaut wird und weiße Spelzen besitzt. Bei anderen Formen können die Spelzen außer weiß auch in Übergangsfarben von rot bis schwarz gefärbt sein. Sämtliche Arten sind große, hohe Gramineen mit gefülltem Stengel.

Der **Mais** (Zea Mays) unterscheidet sich von sämtlichen bereits betrachteten Getreidearten durch einen geschlechtlich getrennten Blütenstand Die männlichen Blüten befinden sich an der Rispe, die am oberen Stengelteil ausgebildet wird,

die weiblichen Blüten an den Kolben, die in den Blattachseln sitzen. Der Mais besitzt wie auch die anderen hirseartigen Getreidearten eine große Zahl von Häutchen, welche die Körner umgeben; auch hier sind diese Häutchen die Reste der atrophierten ersten Blüte jedes Ährchens. Der Mais zeichnet sich durch großen Formenreichtum aus (s. weiter unten).

Der **Reis** (Oryza sativa) gehört zu den rispentragenden Gramineen. Seine einblütigen Ährchen sind seitlich zusammengedrückt. Sie besitzen 6 Staubgefäße, zum Unterschied von allen vorhergenannten Getreidearten. Die Körner werden fest umgeben von den Spelzen (Spelzfrucht), die recht verschieden gefärbt sein können. Es gibt Sorten mit und ohne Grannen.

2. Abstammung der Getreidearten.

Zweifellos kamen die Vorfahren unserer Getreidearten wildwachsend vor. Der Mensch sammelte nur ihre Körner und suchte dabei solche aus, die nährstoffreicher und schmackhafter waren, und vor allem solche, die man in größeren Mengen leichter sammeln konnte. In Afrika sammeln die Eingeborenen auch heute noch die Körner der wildwachsenden Gräser. Es wurden nach KÖRNICKE auch in Europa (in Schweden) im vorigen Jahrhundert Körner des Wildhafers gesammelt. Auch heute noch werden im nördlichen Deutschland manchmal Samen des wildwachsenden Mannagrases (Glyceria fluitans) gesammelt, die der Suppe als Graupenersatz zugefügt werden (KÖRNICKE).

Jedoch können wir die betreffenden Verwandten unserer kultivierten Getreidearten im wilden Zustand nicht immer bestimmt angeben. Treffen wir z. B. für den Spelzweizen, für Roggen, Gerste, Hafer, Reis und italienische Hirse die verwandten Arten wildwachsend an, so liegt eine derartige Verbindung für Weizen und Mais nicht so nahe. Man muß annehmen, daß ihre nächsten Verwandten den ausgestorbenen Formen angehören. Es ist auch schwierig, die Zeit der Kultivierung für die einzelnen Pflanzen näher zu bestimmen, weil das Alter dieser Kulturen das Alter aller geschichtlichen Überlieferungen und Denkmäler übertrifft.

Aus der Gattung Triticum scheinen die Spelzformen offenbar die ältesten zu sein. Die diesen Formen gemeinsame Brüchigkeit der Ährenspindel stellt sie in nahe Beziehungen zu vielen anderen Wildformen. Von den Spelzweizenarten erinnert das Einkorn (Triticum monococcum) am meisten an die wildwachsenden Gräser durch die brüchige Ährenspindel und durch das kleine Korn; auch durch die Fähigkeit, andere Saaten durch seinen Ährchenausfall zu verunreinigen.

Triticum monococcum ist in zwei verschiedenen Formen bekannt; die wildwachsende Form = Triticum monococcum aegilopoides und die Kulturform = Triticum monococcum cereale. Die wildwachsende Form wird auf dem Balkan, in Kleinasien und Mesopotamien angetroffen; bei uns kommt sie in der Krim und in Transkaukasien vor. Die Kultur von Triticum monococcum ist in einigen Gebirgsgegenden, wo noch primitive Lebensverhältnisse herrschen, erhalten geblieben (Pyrenäen, teilweise Krim und Transkaukasien). Man hat aber eine Reihe von Beweisen dafür, daß diese Kultur in der Vergangenheit bedeutend verbreiteter war. So sind Körner von Triticum monococcum in den Pfahlbauten der Schweiz, Dänemarks und in Höhlenfunden der Steinzeit (Ungarn) gefunden worden.

In Kleinasien wurde der Einkornweizen offenbar auch in späteren Zeiten in großen Mengen angebaut, weil SCHLIEMANN an der Stelle des vermuteten Trojas in den Ausgrabungen von Hissarlik eine Masse verkohlter Körner von Triticum monococcum gefunden hat. Heute wird die Kultur des Einkornweizens nur in einzelnen sehr begrenzten Gebieten angetroffen. Triticum monococcum

steht in gewissem Grade abseits von den anderen Weizenarten. Die Bastarde sind unfruchtbar. Ebenfalls hinsichtlich einiger physiologischer Eigenschaften (Immunität)[1] gegen eine Reihe von Parasiten, von denen andere Weizenarten befallen werden.

Unlängst haben wir interessante Mitteilungen über den Zweikornweizen (Emmer) erhalten. Aaronson[2] fand in Palästina eine weit verbreitete Form (sowohl im oberen Galiläa auf den Gebirgsabhängen bis zu 2000 m Höhe als auch längs der Gestade des Toten Meeres, 150 m ü. d. M.), und zwar Triticum dicoccoides, die der Form Triticum dicoccum am nächsten steht.

Vielleicht erscheint diese Art auch als Ausgangsform einer ganzen Reihe von Kulturformen von Triticum; Triticum durum, polonicum und turgidum zeigen ebenfalls eine gewisse Verwandtschaft mit Triticum dicoccoides und mit den dieser Form nahestehenden Arten, die von Aaronson in Syrien gefunden worden sind. Wildwachsender Dicoccum-Weizen ist ebenfalls in Georgien gefunden worden.

Indessen ist noch keine Form gefunden worden, die Triticum spelta ähnlich wäre; um so weniger eine wildwachsende Form irgendeines „echten" Weizens (mit nacktem Samen und fester Ährenspindel).

Wenn auch früher wiederholt Mitteilungen von Reisenden auftauchten, man hätte den echten Weizen wildwachsend gefunden (in Persien, Kleinasien), so waren alle diese Mitteilungen nicht richtig, weil sämtliche gefundenen Pflanzen offenbar von verlorenen Körnern des Kulturweizens abstammten.

Verteilen wir die wichtigsten Formen von Triticum in drei senkrechte Spalten, entsprechend ihrer Verwandtschaft mit dem Einkornweizen, mit dem zweikörnigen Spelzweizen und mit Triticum spelta, verzeichnen wir ferner in den wagerechten Reihen folgerichtig die wildwachsenden Formen, dann die Kulturformen des Spelzweizens und endlich diejenigen des echten Weizens (mit nackten Samen), so erhält das Abstammungsschema der Weizenformen folgendes Aussehen:

	I.	II.	III[3].
1. Wildformen	Triticum monococcum aegilopoides	Triticum dicoccum dicoccoides	unbekannt
2. Kulturformen mit brüchiger Ährenspindel u. bespelztem Korn (Spelzweizen)	Triticum monococcum cereale	Triticum dicoccum sementivum	Triticum spelta
3. Kulturformen mit fester Ährenspindel u. nacktem Korn (echter Weizen)	unbekannt	Triticum durum, polonicum, turgidum	Triticum vulgare und compactum

Früher neigte man dazu, irgendein Zentrum für die Abstammung der Kulturformen des Weizens zu suchen. Aber die Untersuchungen der letzten Zeit führten

[1] Siehe Vavilow: Die Immunität der Pflanzen gegen Infektionskrankheiten. Ann. d. Akad. in Petrowsko-Rasumowskoje 1919.

[2] Aaron Aaronson: Agricultural and botanical explorations in Palästine 1910. U. S. Dep. of Agricult., Bur. of Plantind., Bull. Nr 180, 1910, — Weil Triticum dicoccoides ein recht großes Korn besitzt und recht widerstandsfähig gegen Temperaturunterschiede und gegen Dürre ist, fragt es sich, ob er nicht für trockenes Klima von praktischem Interesse sein könnte.

Die Einteilung der Weizenarten in die drei genannten Gruppen findet ihre Bestätigung bei der Anwendung recht verschiedener Untersuchungsmaßnahmen. Neben der hybridologischen und serologischen Analyse und den Erscheinungen der Immunität weisen auch die zytologischen Angaben auf das Vorhandensein wesentlicher Unterschiede zwischen diesen Gruppen hin. Die Chromosomenzahl ist in der ersten Gruppe 14, in der zweiten 28, in der dritten etwa 44. (Siehe A. G. Nikolajewa: Zytologische Untersuchung der Gattung Triticum Arb. angew. Bot. 1922 13.)

zur Anerkennung verschiedener Zentren für die einzelnen Weizenarten. So leiten offenbar die Weichweizenarten ebenso die Compactum-Arten (Zwergweizen) ihren Ursprung von Westasien ab. Das Zentrum ihrer Vielförmigkeit ist Nordindien, Beludschistan, Afghanistan, Buchara und Persien. Hier in den Bergen ist der ganze Formenreichtum verborgen, der teilweise nach Europa vorgedrungen, teilweise von den Europäern aber noch nicht gesehen worden ist (Vavilow). Für die Hartweizenarten aber ist der größte Formenreichtum in Nordafrika zu finden (Algerien, Abessinien), wohin man infolgedessen auch das Zentrum der Entstehung der Hartweizen verlegt.

Geschichtliche Überlieferungen besagen, daß die *Zeit der Ausbreitung* des Weizenbaues in den einzelnen Ländern recht verschieden war. Während die Weizenkultur in Ägypten schon sehr alt ist und ebenfalls in China seit 2800 Jahren vor Christi Geburt als etwas Alltägliches erwähnt wird[1], wurde der Weizen nach Deutschland durch die Römer bald nach Christi Geburt eingeführt, nach Norwegen dagegen erst etwa im 11. oder 12. Jahrhundert. Nach Südamerika gelangte der Weizen im 16. Jahrhundert (nicht später als 1528), nach Nordamerika scheinbar 1602. Auch nach Australien wurde der Weizen erst von den Europäern gebracht.

Als mögliche *Stammform des Roggens* wurde der Gebirgsroggen (Secale montanum) oder eine dieser Form nahe verwandte Form (Secale anatolicum) angesehen, der in Nordafrika, in Südeuropa und im westlichen Asien vorkommt. Dieser Roggen unterscheidet sich von unserem Roggen durch ein kleineres Korn, durch Brüchigkeit der Ährenspindel und durch seine Ausdauer. Er bringt mehrere Jahre Körner hervor. Weil Beobachtungen vorliegen, daß bei Roggen auch die Stoppeln der Kulturform (seltene Ausnahme) weiterwachsen können, so sah man hierin einen Hinweis auf die Abstammung des Roggens von der mehrjährigen Form zum Unterschied von der niemals weiterwachsenden Stoppel des Winterweizens, dessen wildwachsende Verwandte wahrscheinlich 1jährig waren.

Heute wird jedoch eine andere Erklärung für die Abstammung des Kulturroggens als wahrscheinlicher angenommen. Er ist wahrscheinlich aus dem Roggen entstanden, der auch heute noch Weizen- und Gerstensaaten in Südwestasien und Transkaukasien verunreinigt. Weder Persien noch Turkestan wußten vor dem Eindringen der Russen etwas vom Kulturroggen, „indessen ist der Roggen in seiner ganzen für den Europäer erstaunlichen Vielgestaltigkeit gerade in diesen Ländern in Form eines Unkrautes, das im Weizen und der Gerste vorkommt, konzentriert" (Vavilow). In hohen Gebirgsgegenden (Pamir) verdrängt der Unkrautroggen infolge seiner Widerstandsfähigkeit gegen Kälte den Weizen und kommt in reinen Beständen vor. Dieselbe Erscheinung, nur in größerem Ausmaße, wird auch in nördlichen Gegenden beobachtet. Eine solche Erklärung macht die Verwandtschaft des europäischen Kulturroggens mit dem Roggen in Asien erklärlich, während der eine wie der andere sich wesentlich von Secale montanum unterscheidet.

Mit dieser Vorstellung stimmen auch die geschichtlichen Mitteilungen über eine spätere Verbreitung des Roggenbaues im Vergleich zu Weizen und Gerste überein.

Obgleich der Roggen den Römern bekannt war, wird die größte Verbreitung seiner Kultur den Slawen (bei ihrer Wanderung nach der Balkanhalbinsel) und den Hunnen (in Deutschland) zugeschrieben.

Von der *Gerste* kennt man wildwachsende Formen, die der zweizeiligen Gerste nahestehen, die aber nicht den gesamten, morphologisch sehr unterschiedlichen

[1] Wobei der Weizen als „vom Himmel gefallen" angesehen wurde. Für Ägypten hat man noch frühere Mitteilungen. Außerdem wurden in der Schweiz in den Pfahlbauten kleine Körner irgendeiner Weizenart von Triticum compactum gefunden.

Formen der Kulturgerste entsprechen. Es wurde darüber gestritten, ob die zweizeilige Gerste aus der sechszeiligen durch Atrophie der Seitenährchen entstanden ist oder umgekehrt. Eigentlich sollte die erstere Annahme als wahrscheinlicher gelten. Körnicke, der die zweizeiligen Formen als Urformen ansah, bezeichnete Hordeum spontaneum als Urform, die in Transkaukasien und in Persien vorkommt. Diese Form unterscheidet sich von der Kulturgerste durch ihren Habitus, durch die Kleinheit ihrer Körner und die Brüchigkeit der Ährenspindel (wie auch beim wildwachsenden Roggen), aber nicht durch irgendwelche scharf ausgeprägte morphologische Eigenschaften. Mit demselben Recht aber kann man die Abstammung der Kulturformen der Gerste auf die mehrzeiligen Formen zurückführen und die zweizeiligen Formen als sekundäres Produkt der Vereinfachung der vielzeiligen Formen ansehen (Rimpau). Nach Regel gingen die vierzeiligen Gerstenarten (Varietät: Pallidum hibernans), die wildwachsend ebenfalls dort vorkommen, wo auch die zweizeiligen anzutreffen sind (spontaneum), unmittelbar in die Kultur über. Die zweizeiligen und vielzeiligen Gerstenarten stehen nicht ganz getrennt, sondern es gibt zwischen diesen und jenen Übergangsformen. So gibt es Formen, bei denen alle 3 Ährchen fruchtbar sind, aber nur die mittlere Reihe Grannen trägt, die Seitenreihen dagegen besitzen keine Grannen; sie liefern weniger entwickelte Körner (Hordeum intermedium). Bei einigen Gerstenarten Abessinien) sind die Seitenährchen teils fruchtbar, teils steril. Bei dem typischen Hordeum distichum sind sie völlig steril; in der Gruppe Hordeum deficiens können die Seitenährchen sogar vollkommen fehlen. Außer den Übergangsformen spricht die Tatsache, daß fruchtbare Bastarde zwischen den zweizeiligen und sechszeiligen Gerstenarten erzielt werden können, für eine verhältnismäßig nahe Verwandtschaft derselben.

Weil nach neueren Forschungen Abessinien als Zentrum der Gerstenvarietäten erscheint, so ist man geneigt, ebendort die Heimat der Kulturgersten zu suchen; jedoch wird ein zweites abgesondertes Zentrum, vor allem für Nacktgersten, in Ostasien vermutet. Die Gerste ist eine der ältesten Kulturpflanzen. Seit alters her ist sie in Asien, in Ägypten (in den ältesten Grabstätten) und in Europa bekannt (in den Pfahlbauten der Schweiz, geschichtliche Mitteilungen Griechenlands und Roms).

Für den *Hafer* wird gewöhnlich seine nahe Verwandtschaft mit einigen Wildformen (Avena fatua und Avena sterilis) erwähnt, ferner daß er sich durch Selbstausfall unter günstigen Verhältnissen vermehren kann und daß sich einige wilde Verwandten verhältnismäßig gut zum Feldanbau eignen. So ist nach Körnicke der Hafer in Abessinien wildwachsend stark verbreitet. In Südamerika in der Nähe von Montevideo wird er ebenfalls wildwachsend in solchen Mengen angetroffen, daß man manchmal den Eindruck einer beabsichtigten Saat hat (Körnicke). Einige Autoren glauben, im Winterhafer (dieser wird in Westeuropa angebaut) mehr Anzeichen für eine Verwandtschaft mit Avena fatua zu sehen als mit dem gewöhnlichen Hafer (Härchen am Ansatz der Deckspelze). Avena fatua kann natürliche Bastarde mit Avena sativa geben. Andererseits wird Avena strigosa (mit einer Deckspelze, die in zwei feine Grannenspitzen ausläuft), der entweder als Unkraut oder wildwachsend in einem großen Teil des mittleren und südlichen Europas, vor allem in Ungarn, vorkommt, stellenweise angebaut als Pflanze, die an den Boden noch geringere Ansprüche als Avena sativa stellt (Mecklenburg, Holstein, Hebriden-Inseln, Pyrenäenhalbinsel).

Aber wie für den Roggen eine Verwandtschaft mit dem als Unkraut in Westasien und im Kaukasus wildwachsendem Roggen gefunden wurde, wird in letzter Zeit die nächste Verwandtschaft des Kulturhafers mit denjenigen Formen festgestellt, welche die Saaten des Spelzweizens verunkrauten (Triticum dicoccum),

wobei diese Unkrauthafersorten eine große Vielgestaltigkeit ihrer Formen aufweisen. Man erhält den Eindruck, daß der Spelzweizen die Ausgangskultur war, daß aber der Hafer als die weniger anspruchsvolle Pflanze bei der Bewegung von Süden nach Norden den Spelzweizen verdrängt hat und selbständig angebaut wurde.

Hiermit stimmen die geschichtlichen Überlieferungen überein, daß der Hafer lange Zeit in Nordeuropa kultiviert wurde, aber den Griechen, Römern und Ägyptern nicht bekannt war. Bei den Kelten und Germanen diente der Hafer zur Ernährung der Menschen, was übrigens auch heute noch in Schottland, Irland und Norwegen beobachtet wird (in der Form eines sehr flach und dünn geformten Brotes, als Fladen, als Grütze usw.).

Als Heimat der *Hirse* nahm man Südasien an, weil dort eine Reihe von Panicum-Arten neben Panicum miliaceum angebaut werden. Die wildwachsenden Hirseformen sind in der Mongolei gefunden worden. Sie sind an ihrer Neigung, bei der Reife auszufallen, kenntlich (infolge der Entwicklung eines hufeisenförmigen Callus an der Kornbasis). Der Anbau der Hirse ist sowohl in Asien als auch in Europa (Pfahlbauten) sehr alt, spielte aber früher in Westeuropa eine weit wichtigere Rolle als heutzutage. Für die italienische Hirse wurde bereits eine nahe Verwandtschaft mit Panicum germanicum und Panicum viride erwähnt (Setaria viridis). Panicum sanguinale wird sowohl kultiviert als auch wildwachsend angetroffen[1].

3. Bau und Zusammensetzung des Kornes der Getreidearten.

Das Korn der Getreidearten ist eine einsamige Schließfrucht (Karyopse), in der man unterscheidet den *Samen mit der Samenschale*, der sich aus dem Embryosack und ihren beiden Hüllen (den Integumenten) entwickelt hat, und außen die *Fruchtschale* (Perikarp), die sich aus den Wänden des Fruchtknotens bildet. Die Körner der Getreidearten mit bespelzten Früchten, wie Gerste, Hafer, Hirse und Reis sind außerdem von Blütenspelzen (Paleae) umgeben, welche die sog. *Spreuhülle* bilden. Unter der Samenschale befinden sich im Korn: der *Embryo* und der *Mehlkörper* (Endosperm), der zur Ernährung des Embryos dient. Die äußerste Zellschicht des Endosperms, die unmittelbar der Samenschale anliegt und keine Stärke enthält, dagegen mit feinkörnigem tiefgelbem Inhalt angefüllt ist, heißt nach den in ihr enthaltenen stickstoffhaltigen Substanzen Kleberschicht. Der Kleber befindet sich nicht nur in dieser Schicht, sondern auch in den Zellen des ganzen Endosperms. Deswegen wurde vorgeschlagen, diese Schicht als Aleuronschicht — nach den in ihren Zellen enthaltenen Aleuronkörnern zu bezeichnen. Darunter befindet sich die Hauptmasse des Endosperms. Diese besteht aus Zellen, die mit Stärkekörnern und Kleber angefüllt sind, der sich aber in geringerer Menge, besonders in den inneren Teilen, vorfindet.

Bau, Form und Ausmaße der *Stärkekörner* der verschiedenen Getreidearten sind nicht gleich. Roggen, Weizen und Gerste ähneln sich in dieser Hinsicht am meisten. Ihre Stärkekörner sind in der Hauptsache einfach (von 3 Größenordnungen: große linsenförmige, kleine runde und verhältnismäßig wenige von mittlerer Körnergröße), meistens von geschichteter Bauart (konzentrisch), ganz ausgefüllt oder mit einer inneren Höhlung, von der nach verschiedenen Seiten hin sternartige Spalten auseinandergehen. Die größten Stärkekörner besitzt der Roggen, die kleinsten die Gerste; der Weizen nimmt eine Mittelstellung ein. Die Stärkekörner des Hafers sind rund oder eiförmig, meist sind sie aus vielen

[1] Über Mais, Mohrenhirse und Reis siehe weiter unten in dem Kapitel über: Besonderheiten der einzelnen Getreidearten.

kleinen Körnchen zusammengesetzt. Ihnen sind die Reisstärkekörner ähnlich. Beim Mais sind die Körner einfach, aber infolge des gegenseitigen Druckes vielkantig, mit sternförmiger innerer Höhlung.

An der Kornbasis liegt an der gewölbten Kornseite nicht ganz parallel zum Mehlkörper der *Keimling* (Embryo); er besteht aus dem *Schildchen*, das ihn vom Endosperm trennt und zur Übermittlung der Reservestoffe des Endosperms an den Keimling dient; ferner aus einer *Knospe* (Plumula), die von den primären Blättern umfaßt wird, aus einem *primären Sproß* und dem *Keimwürzelchen* (Radicula). Bei den einzelnen Getreidearten entwickelt sich der Keimling in verschiedenem Grade. So entfallen auf den Keimling:

bei Roggen, Weizen und Gerste 1,5— 3 % des Fruchtgewichtes
„ Hafer . . . . . 3,0— 4 % „ „
„ Mais . . . . . 10,0—14 % „ „

Nach Girard entfallen im Weizenkorn 86 % auf das Endosperm, 12,5 % auf die Schalen und 1,5 % auf den Keimling. Bei den bespelzten Getreidearten entfallen auf die Spelzen: bei Hafer, 21—49 % des Korngewichtes, bei Spelzweizen 10—39 %, bei Gerste 7—15 %.

Die *chemische Zusammensetzung* der Getreidekörner, die sich sogar innerhalb einer Getreideart sehr ändert, hängt von der Sorte, von den Ernährungsverhältnissen der Pflanze, von den klimatischen, den kulturellen Bedingungen und einer Unzahl anderer Ursachen ab. Die nachfolgenden Angaben (von E. Wolf) zeigen die *mittlere Zusammensetzung* der Körner der hauptsächlichsten Vertreter der Brotgetreidearten[1]:

	Wasser	Asche	Rohprotein	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe	Rohfett
Weizen	14,4	1,7	13,0	3,0	66,4	1,5
Spelzweizen mit Spelzen .	14,8	3,7	10,0	16,5	52,5	1,5
Spelzweizen ohne Spelzen	14,5	1,7	13,5	1,5	67,2	1,6
Roggen	14,3	1,8	11,0	3,5	67,4	2,0
Gerste	14,3	2,2	10,0	7,5	63,9	2,5
Hafer	14,3	2,7	12,0	9,7	55,3	6,0
Mais	14,4	1,5	10,0	5,5	62,1	6,5
Hirse	14,0	3,0	12,7	9,5	57,5	3,2
Geschälter Reis	14,0	0,5	7,7	2,2	75,2	0,4

Diese Zahlen besagen, daß die bespelzten Früchte des Spelzweizens, der Hirse, des Hafers und der Gerste am *aschereichsten* sind. Betrachtet man weiter den bedeutenden Unterschied im Aschegehalt des Spelzweizens mit Spelzen und ohne Spelzen, so kann man daraus schließen, daß die Früchte gerade diesen letzteren, d. h. den Spelzen, ihren hohen Aschegehalt verdanken. Vergleicht man den Aschegehalt in der Kleie der nackten Samen mit dem Aschegehalt der ganzen Samen (Weizenkleie enthält 5,5 %, Roggenkleie 5,2 %), so ist klar, daß auch die nackten Samen die größte Aschemenge in den Schalen enthalten (in dem Keimling und dem peripheren Teil des Samenkornes). Deswegen enthält das Mehl um so weniger Asche, je besser es von der Kleie gereinigt ist (z. B. 0,3 %). In der Asche der Körner ist etwa 50 % Phosphorsäure und 20—30 % Kali enthalten. Magnesiumsalze sind weniger vorhanden und noch weniger Kalksalze. Die Kalksalze befinden sich vorzugsweise in der Schale, dasselbe gilt auch für die geringen Mengen an SiO_2 . . .

Die *Rohfaser* herrscht ähnlich wie die Asche ebenfalls in den Spelzfrüchten vor. Dabei ist der Unterschied im Rohfasergehalt bespelzter und ungeschälter

[1] Diese Zahlen beruhen auf westeuropäischen Mitteilungen. Über Abweichungen davon für unseren Süden und Südosten siehe weiter unten.

Körner noch größer (Spelzweizen). Je nach der Entwicklung der Samenschalen ändert sich der Rohfasergehalt, wenn auch wenig. So enthalten z. B. die Weichweizen des Westens, die sich durch dickere Schalen auszeichnen, mehr Rohfaser (2,8 %) als Triticum durum (2,3 %), der dünnere Schalen besitzt. Jedoch findet man bei einem Vergleich zwischen Hart- und Weichweizensorten, die unter denselben Verhältnissen aufgewachsen sind (an der Wolga), diese Regelmäßigkeit nicht. So hat z. B. der Poltawaweizen (Weichweizen) etwas dünnere Schalen als der Beloturkaweizen. In kleinen Körnern ist gewöhnlich mehr Rohfaser enthalten als in großen, weil bei den ersteren auf dasselbe Gewicht eine größere Oberfläche entfällt, folglich auch ein größeres Schalengewicht als bei den zweiten. Bestimmen wir den Rohfasergehalt getrennt für die inneren und die äußeren Körnerteile, so erhalten wir im ersten Fall 0,7 % Rohfaser (Mehl), im zweiten 10 % (Kleie).

Die *stickstofffreien Extraktstoffe* machen, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, etwa zwei Drittel des Korngewichtes aus, wobei sich ihr Vorkommen bei den bespelzten und nackten Früchten in umgekehrter Weise verändert, als es bei der Asche und bei der Rohfaser der Fall war. Die Hauptmasse, und zwar etwa neun Zehntel aller Extraktstoffe, besteht aus Stärke, die im Endosperm angesammelt wird. Der Restteil (ein Zehntel) dieser Substanzen entfällt auf die löslichen Kohlehydrate, unter denen der Rohrzucker (1—1,5 % des Korngewichtes) vorherrscht. Dieser Rohrzucker wird hauptsächlich im Keimling abgelagert, der bei den echten Getreidearten keine Stärke enthält. Erwähnen müssen wir ferner, daß bei der gewöhnlichen Bestimmungsmethode der stickstofffreien Extraktstoffe in diese Gruppe auch weniger beständige Elemente der Zellwand (Hemizellulose) gehören. Im Kornquerschnitt verteilen sich die Kohlehydrate anders als Asche und Rohfaser, d. h. sie sind mehr im Zentrum, weniger an der Peripherie des Kornes zu finden.

Fett ist in den Getreidearten wenig enthalten, 1—2 %. Verhältnismäßig fettreich sind Mais und Hafer (6—6,5 %). Man muß hinzufügen, daß das Fett im Korn äußerst unregelmäßig verteilt ist. Der Keimling enthält bei allen Getreidearten die größten Fettmengen, und zwar:

im Keim von	Roggen	Weizen	Gerste	Hafer	Mais
Fett in %	12,37	14,25	12,41	25,71	32,94

Deswegen ist die Entfernung des Keimlings (als des fettreichsten Teiles der Frucht) aus den Körnern, vor allem bei Mais, vor dem Mahlen eine wesentliche Maßnahme für die spätere Aufbewahrung des Mehles; sonst wird das Mehl leicht bitter.

Von den *stickstoffhaltigen Substanzen* herrschen in den Körnern aller Getreidearten die *Eiweißarten* vor, deren Menge in umgekehrtem Verhältnis zu der Menge der stickstofffreien Extraktstoffe steht (vgl. in der Tabelle Weizen und Reis). Im Vergleich mit den letzteren verteilen sich die Eiweißarten auch im Kornquerschnitt in entgegengesetzter Anordnung: Eiweiß ist mehr in den äußersten Schichten des Kornes enthalten; zum Zentrum hin nimmt seine Menge allmählich ab. Dies kann man z. B. aus folgender Analyse der verschiedenen Körnerschichten ersehen:

	Feinmehl	Grobmehl	Kleie
Körnerschicht .	Innere Kornschichten	Äußere Kornschicht	Schalen und Außenschichten
Eiweißgehalt .	10,8 %	11,8 %	14,0 %

Die Verdaulichkeit des Eiweiß ändert sich in umgekehrter Anordnung infolge der verschiedenen Entwicklung der Zellwände.

Der Eiweißgehalt der Körner hängt von vielen Ursachen ab. So enthält der Winterweizen gewöhnlich weniger Eiweiß (aber mehr Stärke) als der Sommerweizen. Ebenfalls ist längst festgestellt, daß der Hartweizen unseres Südostens eiweißreichere Körner erzeugt als der gewöhnliche Weichweizen des Westens, z. B. 18% anstatt 12%. Indessen haben außer den besonderen Eigenschaften der Varietäten die Wachstumsbedingungen eine große Einwirkung auf den Eiweißgehalt. Unter den Verhältnissen unseres Südostens kann das Korn des Weichweizens im Stickstoffgehalt mit dem Hartweizen konkurrieren. Der Stickstoffgehalt erreicht 3,6—3,8% (Tulaikow).

Die wichtigste Rolle schreibt man in dieser Hinsicht gewöhnlich dem Klima zu. Je trockener und kontinentaler das Klima ist, desto mehr Eiweiß enthalten die Körner und umgekehrt. Damit steht in Verbindung, daß die Getreidearten der östlichen Länder sich im Vergleich zu den Getreidearten des Westens durch hohen Eiweißgehalt auszeichnen.

Wenigstens in den Grenzen Europas, weil dieses regelmäßige Ansteigen nur ungefähr bis zur geographischen Länge des Uralgebietes beobachtet wird, hinter welchem der Eiweißgehalt in den Getreidekörnern entweder auf derselben Höhe bleibt oder etwas sinkt, je nach den natürlichen oder künstlichen (Berieselung) Verhältnissen[1].

Zum Beispiel:

Der Weizen Frankreichs und Deutschlands	enthält	2—2,2% Stickstoff
„ „ Rußlands	„	3,5% „

Um die Möglichkeit auszuschließen, einen solchen Unterschied der Sorte zuzuschreiben, analysierte Laskowsky Körner derselben Sorte aus verschiedenen Gegenden, z. B.:

Arnautkaweizen angebaut in Bayern	enthielt	1,93% Stickstoff
„ „ im Gouvernement Twer	„	2,15% „
„ „ „ „ Charkow	„	3,98% „

Wir sehen, daß sich mit der Veränderung der geographischen Länge tatsächlich auch der Stickstoffgehalt in den Körnern verändert.

Nach den Analysen von Läskowsky u. Bubnow zeigt das Verhältnis zwischen P_2O_5 und N in den Körnern eine gewisse Beständigkeit, und zwar beträgt es ungefähr 1 : 2; die weiteren Untersuchungen zeigten eine Schwankung von 1,8—2,2%.

Allerdings spielt hier auch außer dem Klima noch der Boden eine gewisse Rolle.

In letzter Zeit teilte N. N. Iwanow zahlreiche Beobachtungen über die Wirkung der geographischen Länge und Breite des Ortes auf die Zusammensetzung des Kornes mit. Wir entnehmen diesen Mitteilungen nur folgende Zusammenstellung des Eiweißgehaltes in den Weizenkörnern:

Frankreich	9,0—12,0%	Tulun (Gouvernement Irkutsk)	19,7%
Deutschland	12,1%	Kijew	20,4%
Gorki (Gouvernement Smolensk)	12,0%	Askania Nova	20,9%
Belaja Zerkow (Gouvernement Kijew)	17,6%	Krasny Kut (Gouvernement Samara)	21,0%
Poltawa	19,0%		

Auf diese Weise ist in unserem Steppengebiet der Weizen beinahe doppelt so eiweißreich wie in Frankreich. Weil in Deutschland der mittlere Eiweißgehalt für Erbsen mit 22,5% angenommen wird, so stehen unsere südöstlichen Weizenarten ihrem Eiweißgehalt nach den Leguminosen sehr nahe.

Aber die Erbsen des Steppengebietes sind stickstoffreicher und enthalten 30,4% Eiweiß[2].

[1] Siehe N. N. Iwanow: Einfluß der geographischen Faktoren auf die Zusammensetzung der Pflanzen. 1926.

[2] Näheres siehe bei N. N. Iwanow: Die chemische Zusammensetzung der Kulturpflanzen. 1926.

Was die *Natur der Eiweißarten* anlangt, die in den Körnern der Getreidearten enthalten sind, so ist nur ein kleiner Teil von ihnen in Wasser löslich; nämlich das Pflanzenalbumin, das, ähnlich wie das tierische Albumin, beim Erwärmen der Wasserlösung gerinnt. Die Eiweißarten des Kornes, die im Wasser unlöslich sind, werden gewöhnlich mit dem gemeinsamen Namen Kleber bezeichnet. Dieser bleibt als eine bindige, klebrige, sich dehnende Masse zurück, wenn man aus dem Mehl (Weizenmehl) Teig bereitet und daraus die Stärke durch einen Wasserstrahl herauswäscht. RITTHAUSEN trennte durch die Wirkung wasserhaltigen Alkohols den Kleber in mehrere Bestandteile. Was in jenem Alkohol unlöslich war (etwa 28% des Klebergewichtes), nannte er *Gluten-Kasein*[1] wegen der Ähnlichkeit mit einigen Eigenschaften des tierischen Kaseins (nur in Lauge löslich). In der Alkohollösung entdeckte RITTHAUSEN das Vorkommen des Pflanzenleims[2], des *Gliadins*, einer Substanz, die reich an Stickstoff (18%) und im trockenen Zustand in Härte, Brüchigkeit und Durchsichtigkeit hornähnlich ist.

Die Kleberbildung muß man sich offenbar so vorstellen, daß die Eiweißteilchen der einen Eiweißart (Gluten-Kasein oder Glutenin) durch einen anderen Bestandteil, das Gliadin, zusammengeleimt werden. Entfernt man das Gliadin aus dem Weizenmehl, so ergibt dieses keinen Kleber mehr; ebensowenig wird der Kleber vom Gliadin allein gebildet. Von dem Verhältnis zwischen Gliadin und Glutenin hängt die Qualität des Klebers ab. Nach den Untersuchungen von FLEURENT ist das für das Brotbacken beste Verhältnis zwischen Gliadin und Glutenin wie 75:25.

KOSUTANY aber fand für die besten Mehlsorten ein Verhältnis wie 71 : 29, für mittlere Sorten wie 76,3 : 23,7, für die schlechtesten wie 76,5 : 32,5[3].

Die Untersuchung der Eiweißarten der Getreidekörner wurde in letzter Zeit in großen Ausmaßen von amerikanischen Forschern weitergeführt (OSBORNE, CHITTENDEN u. a.)[4], die in vielen Punkten die Arbeiten von RITTHAUSEN ergänzten und bestätigten. Zu den 3 Eiweißgruppen wird jetzt noch eine vierte hinzugefügt, die Gruppe der Globuline, die durch Löslichkeit in Salzlösungen charakterisiert wird. Im Weizen ist sie schwächer vorhanden, in den Körnern anderer Getreidearten stärker. Nachfolgend der ungefähre Gehalt unserer Getreidearten an diesen 4 Eiweißarten:

	Weizen	Roggen	Gerste	Hafer
Albumin (in Wasser löslich)	0,39	0,43	0,30	—
Globulin (extrahierbar durch Salzlösung) .	0,62	1,76	1,95	1,50
Gliadin (extrahierbar durch wasserhaltigen Alkohol)	3,96	4,00	4,00 (Mucedin)	1,50
Glutenin (Kasein in Laugen löslich) . . .	4,68	2,44	4,50	—

Diese 4 Eiweißgruppen sind in den verschiedenen Getreidearten nicht nur in verschiedenen Mengen enthalten, sie sind auch nicht gleichwertig. So besitzt das Glutenin des Roggens andere Eigenschaften als das Glutenin des Weizens, infolgedessen liefert auch das Roggenmehl keinen derart bindigen

[1] Jetzt wird es Glutenin genannt.

[2] Während der tierische Leim keine für die Eiweißarten charakteristische Reaktion mit Millons-Reagenz ergibt, weil er eine der gewöhnlichen Aminosäuren, nämlich Tyrosin, nicht enthält, enthält das Gliadin das Tyrosin und ergibt deswegen die auch für andere Eiweißarten charakteristische Farbreaktion.

[3] Siehe J. Landw. 51.

[4] Siehe OSBORNE: Die Pflanzenproteine 1910. Erg. Physiol. 10. — In russischer Sprache siehe bei PRJANISCHNIKOW: Pflanzenchemie II. Teil: Die Eiweißstoffe. 1925.

Kleber. Man kann ihn durch Auswaschen schwer gewinnen. Ebensowenig Kleber ergeben Gerste, Hafer und Mais. Indessen hat für das Brotbacken ein guter dem Weizenkleber ähnlicher Kleber große Bedeutung, weil es zur Erzielung eines hohen und porösen Teiges notwendig ist, daß die Gase, die bei der Gärung des Zuckers entstehen, zurückgehalten werden, was nur ein sich dehnender, bindiger Kleber herbeiführen kann.

Neben dem Korn erhält man als Nebenprodukt durch den Getreidebau *Spreu* und *Stroh* mit ungefähr folgender Zusammensetzung:

	Eiweiß %	N-freie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Fett %	Asche %
Stroh	2,5—4,0	29—36	40—48	1,5—2,0	3,8—5,0
Spreu	3,0—4,5	29—38	30—43	1,2—1,5	7—12

4. Die Verarbeitung des Kornes zu Mehl und die Brotherstellung.

Zur Herstellung des Mehles wendet man entweder den *einfachen* oder den *komplizierten Mahlvorgang* an. Im ersteren Fall wird das Korn gleich zwischen den mahlenden Flächen hindurchgelassen, wobei nicht nur der ganze innere Teil des Kornes in Mehl verwandelt wird sondern auch ein bedeutender Teil der Schalen, wodurch das Mehl eine dunkle Farbe erhält. Der Restteil an Schalen, der nicht in Mehl verwandelt worden ist, bleibt im Mehl als Kleie und kann, je nach Wunsch, mehr oder weniger vollständig abgesiebt werden.

Der *einfache Mahlprozeß* wird gewöhnlich auf Mahlsteinen durchgeführt; er kann aber auch auf Walzen stattfinden.

Der *komplizierte Mahlvorgang* hat den Zweck, weißes Mehl aus den inneren Körnerteilen (dem Endosperm) zu gewinnen unter möglichst restloser Entfernung der Schalen und des Keimes vor dem Mahlen. Diese Entfernung der Schalen ist um so schwieriger, je tiefer die Längsfurche des Kornes ist. Deswegen ist es leichter, einen schalenfreien Kern bei Reis, Gerste und Hafer zu erhalten als bei Weizen. Das Weizenkorn muß man vor dem Mahlen der Länge nach aufspalten, wenn man es völlig von den Schalen befreien will.

Die erste Maßnahme des komplizierten Mahlvorganges ist daher das „Schälen", d. h. das Durchlassen des Kornes zwischen zwei auseinandergeschobenen grob gerieften Walzen, aus denen das Korn längs oder quer halbiert mit einer Beimengung kleiner Teile herauskommt. Nach Abtrennung dieser kleinen Teilchen wird das Schälen mehrmals wiederholt auf sich immer näher rückenden Walzen, bis zu 6mal und noch öfter, wobei nach jedem Schälen ein Sieben des erhaltenen Produktes erfolgt, um es der Größe nach zu sortieren. Die nicht zerstörten Schalen mit den auf ihnen haften gebliebenen Stärketeilchen werden von neuem geschält und je weiter dies durchgeführt wird, desto mehr herrschen die Schalen unter diesen großen Teilen vor, desto weniger bleiben unter diesen großen Teilen mit den Schalen verbundene, stärkereiche Endospermteile; deswegen ist der Futterwert dieses Abfalles (Kleie) um so niedriger, je vollkommener gemahlen wird.

Von den Teilchen, die von den Schalen befreit sind und die Siebe passieren, erhält man beim Schälen jedesmal 3 Produkte: 1. Grieß, der aus den inneren Körnerteilen entsteht; er enthält Teilchen von $^1/_2$—$1^1/_2$ mm Durchmesser; 2. Grobgrieß derselben Herkunft von 0,16—0,50 mm Durchmesser; 3. Abfallmehl (kleiehaltig), das durch Siebe von 0,16 mm Durchmesser geschickt wird. Hierunter können sowohl kleine Teilchen des Endosperms als auch der Schale fallen; infolgedessen ist dieser Teil immer der am wenigsten wertvolle.

Wird der von den Schalen befreite Grieß[1] gemahlen, so erhält man sofort reines weißes Mehl von hoher Qualität, wobei man oft ein grobkörniges Mehl herstellt, d. h. man zerkleinert die Teilchen nicht zu sehr. Durch diese Möglichkeit, große und dennoch von Schalenteilen des Endosperms freie Teile zu gewinnen, unterscheidet sich das komplizierte Mahlen recht wesentlich vom einfachen.

Damit die Schalen nicht zu brüchig sind und ihre Trennung vom Endosperm infolgedessen leichter vor sich geht, wird das Korn oft vor dem Mahlen leicht oberflächlich benetzt[2].

Für die Gewinnung von Mehl und Kleie werden als Durchschnittszahlen nebenstehende Werte angegeben:

	Weizen %	Roggen %
Mehl	75	65—70
Kleie	20	20—25
Futtermehl	5	5—10

Die *Mehlausbeute* bestimmt man bei den Untersuchungen folgendermaßen. Nachdem man etwa 70% Mehl abgesondert hat, werden die Ascheprozente in den folgenden Partien bestimmt. Diejenigen, die mehr als 2,5% Asche enthalten, gehören bereits zur Kleie, wie fein die Zerkleinerung auch erfolgt sein mag. Nach westeuropäischen Zahlen ergeben die Hartweizen eine größere Mehlausbeute (85—88%) als die Weichweizen (65%). Dabei wurden aber die westeuropäischen Weichweizenarten mit den importierten harten Sorten verglichen. Bei der Untersuchung von Weich- und Hartweizen derselben Gegend (an der Wolga) hatte sich herausgestellt, daß innerhalb der Grenzen der einen oder der anderen Gruppe bedeutende Schwankungen im Mehlertrag für verschiedene Varietäten auftreten. Sicher ist aber, daß die Hartweizen beim Mahlen bedeutend mehr Graupen liefern als die Weichweizen. Das Mehl selbst ist bei den Hartweizen von grießartiger körniger Struktur und kann bei genügender Übung durch Tastgefühl erkannt werden. Bei den Weichweizen dagegen fühlt man überhaupt keine Härte des Mehles beim Zerreiben zwischen den Fingern. Eine Ausnahme bilden nur einige Weichweizenarten des Steppengebietes, die den Hartweizen im Eiweißreichtum näherstehen; auch besitzen sie eine gewisse Glasigkeit.

Dies ist der Fall, obwohl die Glasigkeit in enger Verbindung mit der Kornstruktur, mit dem Fehlen der Luftzwischenräume zwischen den Teilchen steht; jedoch sind die glasigen Körner im allgemeinen stärkereicher, wie z. B. die Analysen von Behrend zeigen[3].

Von 100 Körnern waren;

Glasig	80	74	71	41	36	35	34	22	20	20	17
Eiweiß in %	16,7	14,4	15,1	13,4	10,4	12,7	11,1	10,3	8,9	10,1	10,6

Auf diese Weise stellen die Hartweizen ein wertvolles Material zur Gewinnung bester Mehlarten und Gries dar. Sie werden indessen gewöhnlich nicht in reinem Zustand verwendet, sondern gemischt mit Weichweizenmehl, wobei von den Mühlen auf Grund der örtlichen Erfahrung verschiedene Mischungsverhältnisse aufgestellt werden. Nur für Osterbrot und Konditorwaren wird das Mehl aus reinem Hartweizenkorn bevorzugt, weil aus solchem Mehl Osterbrot und Konditorwaren am schmackhaftesten sind und eine gelbliche Farbe besitzen, was den Bäckern erlaubt, an Eiern zu sparen.

[1] Der Grieß wird zur vollkommenen Befreiung von den Schalen, die noch an einer Seite des Teilchens haften können, noch einmal geschält.

[2] Siehe die Aufsätze von Demikeli: Das Mahlen des Kornes. (In der Enzyklopädie von Devrient.) — Barnstein: Roggen und Weizen. Landw. Versuchsstat. 56. — Das Buch von Böhmer: Kraftfuttermittel. 1903. — Ebenfalls das erwähnte Buch von Maurizio: Getreide, Mehl und Brot. — Auch Z. Nahrungsind. 1926 u. a.

[3] Biedermanns Zbl. 1905, 340.

Die Getreidekörner liefern Material zur Gewinnung von Graupen, zur Weinbrennerei, Bierbrauerei und Stärkegewinnung. Aus Weizen gewinnt man auch Gries, aus Gerste *Perlgraupen* und *Gerstengrütze*. Die letztere wird durch Schroten des Kornes gewonnen, nachdem das Korn entkeimt und enthülst ist. Die Perlgraupe dagegen besteht aus ganzen Körnern, die nach Entfernung der Schalen und des Keimlings rundgeschliffen werden. Das Hirsekorn liefert nach dem Entfernen der Spelzen Hirsegraupe; der Reis aber wird nach seiner Enthülsung auf besonderen Mahlsteinen abgeschliffen und poliert.

Wir wollen nun die Vorgänge des *Brotbackens* etwas näher betrachten.

Beim Benetzen des Mehles mit Wasser erfolgt ein Anquellen der Proteinstoffe und des Klebers, eine Lösung des Zuckers, des Albumins und anderer Substanzen. Wird der Teig geknetet, so erzielt man außer einer regelmäßigen Wasserverteilung auch noch ein Zusammenkleben aller Teilchen des gequollenen Klebers zu einer gemeinsamen fest verbundenen Masse, in deren Zwischenräume sich die Stärkekörner befinden (und die Reste der Zellwände). In Gegenwart von Wasser beginnen die Fermente, Invertin, Diastase u. a., ihre Arbeit. Wenn die Diastase auch hauptsächlich erst bei der Keimung gebildet wird, so ist sie doch teilweise bereits im ruhenden Samen vorhanden; sie ruft die Bildung einer gewissen Menge Maltose auf Kosten der Stärke hervor. Untersucht man im Brot die Stärkekörner, so findet man, daß ein Teil von ihnen von der Diastase angegriffen ist. Die Zugabe von Hefe ruft Gärung und Gasbildung hervor, die den Teig porös machen. Setzt man das Brot in einen Ofen, der eine Temperatur von 230—300° hat, so steigt die Temperatur des Teiges allmählich an. Bis zu 65° ist die Tätigkeit der Diastase noch möglich, darüber hinaus aber hört sie auf; die Gärung hört noch früher auf. Die Gase, die sich in den Poren befinden, nehmen stark an Volumen zu und dehnen den Teig aus, indem sie bestrebt sind, dem Teig eine Kugelform zu geben. Aber infolge des Eigengewichtes und wegen des Umstandes, daß an der unteren, stärker erwärmten Seite sich eher eine harte, undehnbare Kruste bildet, entsteht gewöhnlich eine Halbkugelform. Weil der Widerstand nach oben hin abnimmt, so sind die Poren im Brot um so größer, je näher sie an der Oberfläche liegen. Ein Teil der Gase entweicht nach außen.

Von 70° C an beginnen sich die Klebereigenschaften zu verändern. Der Kleber verliert seine Dehnungsfähigkeit, er gerinnt und wird hart. Auf diese Art verwandelt sich der Teig in Brot, das seine poröse Struktur behält. Beim Backprozeß geht ein Teil des Wassers verloren. Im Teig entfallen auf 100 Mehlteile 50—60 Wasserteile; im Brot dagegen (Roggenbrot) entfallen auf 100 Mehlteile etwa 33 Wasserteile, wobei die inneren Teile mehr (42—43 %), die Rinde dagegen weniger (17—18 %) Wasser enthalten. Außer durch großen Wasserverlust zeichnet sich die Rinde auch noch durch eine gewisse Veränderung ihrer Zusammensetzung unter der unmittelbaren Einwirkung der hohen Temperatur aus (Karamellisation u. ä.). Im Innern des Brotes steigt die Temperatur dagegen nicht über 100—103° C. Setzt man das Brot in einen überhitzten Ofen und bildet sich die Rinde zu früh, so bleibt fast das ganze dem Teig hinzugesetzte Wasser im Brot. Das Produkt wird naß, das Brot ist dann schwer oder aber es brennt an, es zerspringt; manchmal fällt auch die Kruste ab.

Der Umfang der Poren im Weizenbrot erreicht manchmal 73—83 % des Gesamtbrotumfanges (im Roggenbrot von 33—56 %). Infolge einer riesigen Porosität beträgt das scheinbare spezifische Gewicht für Weizenbrot im Durchschnitt 0,230—0,345, für Roggenbrot 0,480—0,560. Auf diese Weise können 100 g Weizenmehl ein Brot von 400—500 ccm Größe und 132—140 g Gewicht ergeben, wobei der Umfang des Brotes und sein Wassergehalt in hohem Maße

von der Menge und der Qualität des Klebers abhängen, der in dem betreffenden Mehl enthalten ist.

In Westeuropa (vor allem in England) enthält das Weizenkorn häufig eine zu geringe Klebermenge, um einen gut aufgehenden Teig und ein poröses Brot zu liefern. Deswegen wurde vorgeschlagen, zur Bewertung des Mehles seinen Klebergehalt festzustellen. Die der Wirklichkeit nahekommende Kleberbestimmung wird folgendermaßen ausgeführt: Aus einer Mehlprobe wird Teig hergestellt, der während einer längeren Zeit mit einem Wasserstrahl bespült wird, wobei man ihn mit den Fingern knetet. Dabei entweichen Stärke und Zellwände; der Kleber bleibt im Wasser als bindige Masse zurück, die getrocknet und gewogen werden kann. Außer der Menge spielt auch noch die Qualität des Klebers eine Rolle; er kann verschiedene Dehnbarkeit besitzen, weswegen man auch von einem „langen" und „kurzen" Kleber spricht. Man versteht darunter die Ergebnisse der Dehnbarkeitsprobe zwischen den Fingern. Zur größeren Genauigkeit solcher Proben wurden besondere Apparate vorgeschlagen — Aleurometer, wie das Aleurometer von Bohland. In diesem wird eine gewisse Gewichtsmenge Kleber in einen Zylinder gebracht; dieser Zylinder wird in einer Ölwanne bis auf 150° erwärmt; der durch die Dampfentwicklung an Umfang zunehmende Kleber hebt den Kolben auf die eine oder andere Höhe; die Einteilung an der Glaswand des Zylinders zeigt die Höhe an, auf welche der Kolben gehoben worden ist, folglich auch die Fähigkeit des Klebers sich auszudehnen und somit den Grad der Eignung des betreffenden Mehles zum Brotbacken.

Es hat sich aber herausgestellt, daß die Angaben derartiger Apparate zu ungenau sind und keine Möglichkeit bieten, die tatsächliche Qualität des Mehles zu bestimmen. Die obenerwähnte Methode von Fleurent hat ebenfalls keine praktische Anwendung gefunden. Diese Methode beruhte auf der Bestimmung des Verhältnisses zwischen den Bestandteilen des Klebers (Gliadin und Glutenin) in dem zu untersuchenden Mehl.

Infolge mangelnder guter Bestimmungsmethoden für die Eignung des Mehles zum Brotbacken auf analytischem Wege wird in der Praxis meistens ein Probeteig hergestellt und daraus in kleinen Mengen Brot gebacken, aber unter ganz bestimmten Bedingungen. Danach werden die Eigenschaften des erhaltenen Brotes bewertet.

Bei der Teigherstellung aus dem zu untersuchenden Mehl wird das Gewichtsverhältnis zwischen den Mehl- und Wassermengen festgestellt, das notwendig ist, um einen Teig normaler Konsistenz zu erhalten. Man fügt eine bestimmte Hefemenge hinzu, die Gärung findet bei bestimmter Temperatur statt. Zum Brotbacken dient ein eiserner Schrank mit Doppelwänden. Dieser Schrank ist von außen mit Asbest beschlagen und wird mit Gasbrennern auf 220—240° erwärmt. Damit das Hartwerden der Rinde nicht zu schnell vor sich geht und damit das Brot zu Beginn des Backprozesses an Umfang zunehmen kann, wird durch ein Röhrchen mit einem Hahn etwas Wasser in den Schrank gelassen, das, zu Dampf verwandelt, der Innenatmosphäre des Schrankes eine gewisse Feuchtigkeit verleiht.

Die Brote, die aus einer abgewogenen Teigmenge hergestellt worden sind, werden in den Schrank oder in Blechformen gebracht, oder will man außerdem noch die Fähigkeit des Teiges, seine Form zu bewahren und dem Auseinanderfließen zu widerstehen, beobachten, so verfährt man auf folgende Weise: Aus dem Teig werden 2 Kugeln hergestellt, die eine zu 260 g, die andere zu 140 g. Die erste Kugel wird leicht zusammengedrückt, die zweite daraufgelegt (in der Form des griechisch-katholischen Abendmahlbrotes). Bei guten Klebereigenschaften bleibt die Form beim Heben und Backen erhalten, bei schlechten

dagegen entsteht aus beiden Kugeln infolge des Zerfließens des Teiges ein flacher Pfannkuchen. Das Backen des Brotes wird im Thermostat (dem obenerwähnten eisernen Schrank) nach 30—35 Minuten beendet. Nach vollständiger Abkühlung werden die Eigenschaften des gewonnenen Brotes geprüft. Vor allem wird sein Gewicht und sein Umfang bestimmt. Zur Bestimmung des Umfanges wurde zuerst vorgeschlagen, die Oberfläche des Brotes mit Vaselin oder Paraffin zu bedecken und die verdrängte Wassermenge zu bestimmen. Später aber fing man an, an Stelle des Wassers Streumaterialien zu verwenden, wie Schrotkugeln oder häufiger Leindottersamen.

Die verschiedenen Mehlsorten verlangen verschiedene Wassermengen, um einen Teig von normaler Konsistenz zu bilden; sie ergeben deswegen auch eine verschiedene Teigausbeute. Ebenso verschieden ist auch die gewonnene Brotmenge infolge der Unregelmäßigkeit der beim Backen im Brot verbliebenen Wassermenge. Der Brotumfang ist ebenfalls verschieden, wobei er sich auch nicht parallel mit der im Brot gebliebenen Wassermenge ändern kann. So beobachtete man für unsere südöstlichen Weizensorten folgende Unterschiede (auf 100 g Mehl):

	erhaltener Teig	erhaltenes Brot	Brotumfang
Sorten, die grießartiges Mehl liefern (vorzugsweise harte Sorten)	160	143	368
Dasselbe für Sorten mit weichem Mehl (Triticum vulgare)	152	134	401

Folglich geben die Hartweizensorten dem Gewicht nach den größeren Teig- und Brotgewinn, aber einen geringeren Brotumfang als die Weichweizensorten. Den größten Brotumfang aber (folglich auch die größte Porosität) liefert eine Mehlmischung von harten und weichen Mehlarten, wie aus den nachfolgenden Zahlen für eine solche Mischung ersichtlich ist: Teigausbeute 157, Brotausbeute 140, Umfang des Brotes 450[1].

Außer dem Gesamtumfang, der auf das Maß der Brotporosität hinweist, ist die Art dieser Porosität ebenfalls verschieden: Weizensorten mit grießigem Mehl liefern ein Brot von zarter Struktur, mit kleinen Poren und dünnen Poren-Wänden. Sorten mit weichem Mehl ergeben eine gröbere Porosität, große Poren mit dicken Wänden. In noch größerem Maße ist der zuletzt angeführte Porositätstypus dem Roggenbrot eigen.

Um eine Abbildung zu gewinnen, welche die Struktur des Brotes wiedergibt, wird der Querschnitt oder ein direkter Abdruck auf einem Papier hergestellt, wobei die Brotscheibe die Rolle des Klischees spielt; d. h. die typographische Farbe wird auf die Scheibe, die mit einem sehr scharfen Messer abgeschnitten worden ist, nicht vor 24 Stunden nach dem Brotbacken aufgetragen. Durch einen leichten Druck mit der Kopierpresse erhält man die Abbildung auf dem Papier.

Nach gewisser konventioneller Übereinkunft drückt man die Backqualität des Mehles durch eine bestimmte Zahl aus, die man dadurch erhält, daß man die Werte für die Größe des Zuwachses, für die Umfangvergrößerung des Brotes, für die Porosität, für die Brotform, für die Krusteneigenschaften, die nach einem 100-Punkt-System festgestellt worden sind, addiert. Man wendet dabei gewisse Koeffizienten für die einzelnen Werte an und fügt die gefundenen Größen in eine bestimmte bedingte Form von empirischer Ordnung ein (vorgeschlagen von SAUNDERS). Nach einer solchen Skala erhalten unsere Hartweizenarten eine Bewertung ihrer Backeigenschaften von 87—104, die weichen Sorten von 63—83. Der Spelzweizen dagegen lieferte ein Mehl mit einer Bewertung von nur 35 (TSCHINGO-TSCHINGAS l. c.).

[1] TSCHINGO-TSCHINGAS: Der Weizen des Südostens für Mehl- und Brotzwecke. 1922.

Es seien hier einige Mitteilungen über die Brotzusammensetzung bei verschiedener Herstellung angegeben[1].

	Wasser	N-Substanzen	Fett	Zucker	N-freie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
Roggenbrot:							
Sauerbrot	43,5	6,6	0,6	1,3	40,2	1,2	1,1
Süßbrot	46,4	7,0	0,6	2,7	40,7	1,2	1,2
Kommißbrot	43,6	8,1	1,2	1,3	46,7	1,8	1,4
Gebeuteltes Brot	40,6	6,4	0,7	3,2	47,2	0,3	1,4
Weizenbrot:							
Russisches Bäckereigewichtsbrot	39,8	9,9	0,5	1,2	46,6	0,6	1,3
Semmel	33,7	9,3	2,9	1,8	51,4	0,2	1,0
Gewöhnliches Brot (Bauernbrot)	40,4	6,1	2,1	0,4	49,0	0,6	1,2

Bei der Lagerung wird das Brot hart, diese Erscheinung ist aber komplizierter als nur ein Wasserverlust beim Austrocknen; dies zeigt die Tatsache, daß man altes hartes Brot durch Erwärmen wieder weich machen kann.

Die Backfähigkeit des Mehles der verschiedenen Weizenarten ist ein wichtiger Faktor im internationalen Getreidehandel. So ist erwünscht, daß das Weizenmehl 10—12% Kleber enthält; die westeuropäischen Weizenarten enthalten oft nur 5—6%; besonders kleberarm sind die Körner des englischen Weizens (Triticum turgidum). Deswegen sind unsere Hartweizenarten, die 15—17% Kleber enthalten, ein wertvolles Material zur Verbesserung der Mängel der westeuropäischen Weizenarten.

Italien führt den eiweißreichen russischen Weizen (Triticum durum) speziell zur Herstellung von Makkaroni ein.

„Bei natürlichem Trocknen werden die Makkaroni in Italien auf Bambusstäben aufgehängt. Während der Trocknung muß man sie wiederholt von einer Stelle zur anderen tragen; es ist sehr wichtig, daß sie ein solches Herumtragen aushalten und nicht auseinanderreißen." Je höher der Eiweißgehalt ist, desto haltbarer werden die Makkaroni[2]. In Nordamerika wurde unser Hartweizen als „Makkaroni"weizen bewertet und in die Kultur eingeführt. Bei uns ist die Makkaroniproduktion vorläufig noch wenig entwickelt (15000 dz gegen 225000 dz in Italien).

In Frankreich ist die Beimischung von russischem Weizen (sogar von weichem) ein Mittel, den Klebergehalt des eigenen Kornes zu heben. Eine vergleichende Untersuchung französischer Weizenkörner und der nach Frankreich importierten Weizenarten, die von Aimé Girard und Fleurent durchgeführt wurde, ergab folgende Werte:

Weizen	Kleber %	an Gesamteiweiß %
Französischer Sommerweizen	6,69	10,14
Australischer Weizen	5,93	9,74
Ostindischer Weizen	6,68	10,18
Algier-Weizen	8,21	11,93
Russischer Girka-Weizen (aus Odessa)	10,95	14,83
Roter beßarabischer Weizen	10,17	14,43

Auf diese Weise sind die Weichweizenarten russischer Herkunft bedeutend kleberreicher als die französischen Weizenarten. Ferner zeichnet sich der russische

[1] Ausführlicheres siehe z. B. im Aufsatz: Das Brotbacken (von Professor Schkatelow), Enzyklop. v. Devrient, in dem genannten Buch von Maurizio und in anderen Spezialabhandlungen über die Frage des Brotbackens.

[2] Astafjew u. Tschechowitsch: Über die Makkaroniherstellung. Jb. Landw. Dep. 11.

Weizen durch geringeren Wassergehalt aus (12,5% Wasser gegen 14,2% im Durchschnitt); er hat aber kleine Körner:

	franz. Weizen g	ostind. Weizen g	amerik. Weizen g	russisch. Weizen g
100 Korngewicht	4,55	3,80	3,20	2,25

Trotzdem wirkt diese Kleinheit der Körner nach den Mitteilungen von FLEURENT auf die Erhöhung der Schalenprozente nicht so stark ein:

	Keimling %	Schalen %	Endosperm %
Französischer Weizen	1,36	15,63	83,01
Russischer Weizen	1,54	15,85	82,58

Diese Kleinheit der Körner ist aber doch eine unerwünschte Eigenschaft, da sie beim gewöhnlichen Mahlen die Reinheit der Schalenentfernung und eine hohe Ausbeute bester Mehlsorten erschwert.

Im großen und ganzen kann man sagen, daß, wenn Westeuropa genügend Weizen produzieren könnte, um seine Bedürfnisse zu decken, es dennoch zur Verbesserung der Mehleigenschaften Korn der kleberreichen Weizenarten unseres Steppengebietes würde einführen müssen oder Korn entsprechender Qualität aus Afrika, Amerika und Australien.

5. Die Entwicklung der Getreidearten.

Die Keimung des Kornes. Dieser Prozeß besteht darin, daß der Keimling Wurzeln und einen Sproß bildet. Zur Keimung sind *chemische Veränderungen* in der Zusammensetzung des Kornes notwendig, und zwar der Übergang der unlöslichen Substanzen des Endosperms, der Stärke und des Eiweißes in lösliche Verbindungen, die in gelöster Form zur Ernährung des Keimlings dienen. Dies tritt unter gewissen *äußeren* günstigen *Verhältnissen* ein, und zwar, wenn drei hierzu erforderliche Wachstumsfaktoren vorhanden sind: Wasser, Wärme und Sauerstoff.

Die chemische Veränderung im Korn erfolgt unter der Einwirkung von Fermenten: durch die *Diastase*, welche die Stärke in eine lösliche Form überführt; durch das *peptonisierende* und das *proteolytische* Ferment, welche das Eiweiß in Peptone und Aminosäuren überführen, und durch *Invertin*, das den Rohrzucker in Traubenzucker überführt. Diese Fermente verwandeln im Korn die entsprechenden Substanzen, die in gelöstem Zustande durch die sackförmigen Zellen des Schildchens (das aufsaugende Epithel), die dem Endosperm anliegen, und durch das Schildchen selbst dem Keimling zugeführt werden. Die Lösung beginnt mit größerer Energie in den Teilen, die dem Schildchen am nächsten liegen, weshalb man früher dazu neigte, letzterem eine aktive Rolle bei der Lösung zuzuschreiben. Jetzt ist aber festgestellt worden, daß sich die Diastase auch im Endosperm selbst bildet[1]. Einige Bestandteile der Zellwände im Endosperm (*Hemizellulose*) nehmen an der Ernährung des Keimlings ebenfalls teil, indem sie sich lösen und unter der Einwirkung der Diastase verzuckern, wie die Arbeiten von BROWN und MORRIS, REINIZER und anderer gezeigt haben. Anfänglich nahm man an, daß hier eine Lösung der Zellulose stattfindet und ein sie lösendes Ferment vorhanden ist. Jedoch zeigte die Untersuchung, daß sich ein sehr unbeständiger Teil, nämlich die Verdickungen der Zellwände, löst, der von sehr schwachen Säuren zerstört wird. Im Korn aber werden sie sogar vor den Stärke-

[1] Der Gang dieses Prozesses hat außer einer allgemeinen Bedeutung auch noch spezielles Interesse. Man muß seinen Eigentümlichkeiten bei der Malzherstellung Rechnung tragen.

körnern zerstört, so daß die Lösung dieser Hemizellulosen vielleicht durch dieselbe Diastase herbeigeführt werden kann (Reinitzer)[1].

Wasser ist zum Quellen der Samen notwendig. Ohne Quellung findet bekanntlich keine Keimung statt. Zum Anquellen der Körner der einzelnen Getreidearten sind verschiedene Wassermengen notwendig. So werden nach Hofmann aufgenommen:

durch	Weizen	55 %	des	Korngewichtes	als	Wasser
,,	Roggen	56 %	,,	,,	,,	,,
,,	Gerste	48 %	,,	,,	,,	,,
,,	Hafer	60 %	,,	,,	,,	,,
,,	Mais	44 %	,,	,,	,,	,,
,,	Hirse	25 %	,,	,,	,,	,,

Hellriegel gibt etwas höhere Zahlen für alle Getreidearten an. Im Durchschnitt verlangt also die Mehrzahl der Getreidearten an Wasser etwa 50 % des Korngewichtes. Zum Vergleich der Getreidearten mit anderen Pflanzen sei hier erwähnt, daß die Leguminosen bedeutend mehr Wasser verlangen; z. B. nehmen die Lupinen 125 % auf; die Samen der Luzerne verlangen zum Anquellen etwa 90 % ihres Eigengewichtes. Man findet einen gewissen Zusammenhang zwischen dem Eiweißgehalt und den Wasseransprüchen der Körner. Bei gleicher Zusammensetzung der Körner spielt aber das Vorhandensein der Spelzen eine große Rolle, da hierdurch das Prozent des zum Keimen notwendigen Wassers erhöht wird. Außerdem kann die zum Quellen notwendige Wassermenge vom Korn mehr oder weniger schnell aufgesogen werden. Die Geschwindigkeit dieses Prozesses hängt wesentlich vom Bau des Kornes und einigen seiner Bestandteile außer dem Eiweiß ab; so verlangen z. B. bespelzte Körner, selbst solche, die mehr Fett enthalten (Hafer), zur Quellung längere Zeit als Körner, welche die erwähnten Eigenschaften nicht besitzen. Teilweise hängt dieser Prozeß auch von der Temperatur ab. Temperatursteigerung erhöht, Temperatursenkung verlangsamt das Anquellen.

Die Wirkung der *Temperatur* auf die Keimung zeigt sich darin stark, daß von ihr der Beginn dieses Prozesses und seine mehr oder weniger große Energie abhängt. Auf Grund vieler Versuche von Haberlandt kennen wir folgende *Minimal-*, *Optimal-* und *Maximaltemperaturen* für die Keimung der verschiedenen Getreidearten:

	Minimum °C	Maximum °C	Optimum °C
Weizen	3—4	30—32	25
Roggen	1—2	30	25
Gerste	3—4	28—30	20
Hafer	4—5	30	25
Mais	8—10	40—44	32—35
Hirse	8—10	40	32—35

Daraus ersehen wir u. a., daß die Hirsen an die Temperatur anspruchsvoller als die übrigen Getreidearten sind. Bei der Minimaltemperatur erfolgt die Keimung äußerst langsam. Pilze befallen die Körner dann sehr leicht.

Das Vorhandensein von Sauerstoff, mit dem man bei der Bestimmung der Saattiefe teilweise rechnen muß, ist für die Keimung aller Samen ziemlich gleich wichtig. Jedenfalls sind die individuellen Unterschiede in dieser Hinsicht noch unerforscht.

[1] Näheres siehe im Buche des Verfassers: Pflanzenchemie; 1. Lief. Die Kohlehydrate in den Pflanzen (Moskau 1917).

Da wir eine genügende Bekanntschaft mit der Wirkung der genannten Faktoren aus den Vorlesungen über Pflanzenphysiologie voraussetzen, wollen wir uns mit diesen kurzen Mitteilungen begnügen und zur Betrachtung weiterer Prozesse in der Entwicklung der Getreidearten übergehen.

Nach den inneren, chemischen Veränderungen des Kornes setzen die *äußeren Veränderungen* ein, die dadurch zum Ausdruck gelangen, daß sich der Embryo unter gesteigerter Nährstoffaufnahme stark vergrößert. Infolgedessen zerreißen seine Teile die Samenschalen und treten nach außen. Mit dem Wachstum beginnt die Radicula, das *Keimwürzelchen*. Die verschiedenen Getreidearten bilden eine verschiedene Zahl von Keimwürzelchen aus; Weizen gewöhnlich 3, Roggen 4, Gerste 5—7 Würzelchen, die Hirsen (Hirse, Mais, Mohrenhirse) nur 1 Würzelchen. Diese Merkmale sind bei beiden Getreidegruppen konstant. Nach den Würzelchen tritt der Keimsproß (Plumula) durch die Samenschalen. Bei den nackten Früchten von Weizen, Roggen und Mais durchbricht der Keimsproß die Fruchtschale in der Nähe des Schildchenendes. Er tritt aus und richtet sich nach oben auf. Bei den Spelzfrüchten des Hafers, der Gerste, des Spelzweizens und der Hirse wächst der Keimsproß, indem er die Samenschale und das Perikarp durchbricht, längs des Kornes unter der Spreuhülle (den Blütenspelzen) entlang und tritt erst am oberen Kornende aus, wo er sich nach oben aufrichtet; indem er die Bodenteilchen mit der Spitze der Koleoptile (des primären Blättchens) auseinanderschiebt; dieses Blättchen besitzt keine Spreite; es bildet die äußere Hülle des zugespitzten Sprosses. Erst am Licht verlangsamt sich das Wachstum der Koleoptile. Jetzt treten die dem Alter nach folgenden normalen Blätter mit einer entwickelten Blattspreite nach außen.

Auf dem Wege zur Bodenoberfläche bildet der Stengeltrieb in seiner Längsrichtung Knoten (Ansatzstellen der Blätter), aus denen jetzt *sekundäre* Wurzeln auszutreten beginnen (bleibende Wurzeln) als Ersatz für die Keim- oder primären Wurzeln. Diese sekundären Wurzeln sind stärker entwickelt und überholen im Wachstum die primären Wurzeln bald. Die primären Wurzeln dienen zur Ernährung der Pflanze vor dem Auflaufen des Sprosses; dann nimmt ihre Bedeutung mehr und mehr ab. Die Hauptwurzelmasse geht gewöhnlich von dem Stengelknoten aus, der der Oberfläche am nächsten liegt (Bestockungsknoten). Man nimmt überhaupt an, daß das Wurzelsystem des Getreides sich hauptsächlich in den oberen Bodenschichten entwickelt (vorzugsweise in der Ackerkrume in einer Tiefe von 20—25 cm). So fanden z. B. Thiel (in Deutschland) und Sokolowsky (in Rußland) folgendes (s. nebenstehende Tabelle), indem sie in verschiedenen Tiefen die Menge an Haferwurzeln gemessen hatten.

Thiel (Berlin)		J. J. Sokolowsky (Poltawa)	
Bodenschicht	Wurzelprozent der Gesamtmasse	Bodenschicht	Wurzelprozent der Gesamtwurzelmasse
cm	%	cm	%
0—25	66	0—20	57
25—62	13	20—40	20
62—82	9	40—60	9
82—97	7	60—80	6
67—122	5	80—100	5
—	—	100—120	3

Folglich reicht nur etwa ein Drittel bis die Hälfte der Wurzeln über 25 cm hinaus, bei der Luzerne dagegen etwa zwei Drittel[1].

Dabei wurden die Pflanzen nicht in aufgeschütteten Boden gepflanzt, sondern in Boden, der seine natürliche Struktur noch bewahrt hatte (über einen Bodenblock, der bis 106 cm tief ausgeschnitten wurde und die Verbindung mit tieferliegenden Bodenschichten weiter behielt, wurde ein Metallnetz

[1] Siehe den Literaturnachweis über das ältere Schrifttum zu dieser Frage im Chosjain (Der Landwirt) 1898, 1558. — Die Methode, die von Sokolowsky angewandt wurde, ist im Chutorjanin 1898, Nr 38 u. im Ber. d. VIII. Verslg d. Naturforsch. (Kijew 1898) beschrieben.

gezogen); von den Seiten wurde alles mit Erde zugeschüttet und dann wurde gesät. Nach der Reife der Pflanzen wurden die Zylinder herausgenommen und das Wurzelsystem wurde ausgespült. Die Messung der Wurzellänge ergab folgende Zahlen:

	Länge der Wurzeln
Sommerweizen a	77 cm
Sommerweizen b	95 cm
Winterroggen	102 cm
Winterweizen	106 cm
Schatilow-Hafer	123 cm

Dieses tiefe Eindringen der Gramineenwurzeln erklärte Sokolowsky durch das Vorhandensein fertiger Gänge im Boden (Hohlräume). „Diese Hohlräume rühren von der Menge verfaulter Wurzeln, von den Gängen der Regenwürmer, der Erdinsekten usw. her. Die Gramineenwurzel, so schwach sie auch sein mag, findet doch immer für sich einen Weg, der von den Wurzeln anderer stärkerer Pflanzen vorbereitet worden ist."

Man muß jedoch die Frage, wo sich die Hauptmasse der Wurzeln befindet, von der Frage unterscheiden, bis zu welcher Tiefe die einzelnen Wurzeln überhaupt reichen. Nur im ersteren Sinne kann man von den Getreidearten als von Flachwurzlern sprechen.

Rotmistrow schlug zur Erforschung der Verbreitung der Wurzeln unter den Entwicklungsbedingungen im freien Felde eine neue Methode vor, und zwar: Inmitten des Feldstückes, das von Pflanzen besetzt ist, wird ein Graben mit senkrechten Wänden hergestellt. Von diesem Graben gehen in verschiedener Tiefe schmale wagerechte Einschnitte aus, die gestatten festzustellen, wann die Wurzelspitzen bis zur betreffenden Tiefe gelangt sind. Ebenso gestatten schmale senkrechte Einschnitte, über die Zeit des Vordringens der Wurzeln auf die eine oder andere Entfernung in wagerechter Richtung zu urteilen. Bei den Untersuchungen nach dieser Methode stellte sich heraus, daß bereits 8 Tage nach dem Auflaufen der Samen die Wurzeln eine Tiefe von über 17 cm erreicht hatten, wobei die Wurzeln 1. Ordnung vom Bestockungsknoten ausgehen, in dem sie sozusagen eine vielkantige Pyramide mit einem Gipfelwinkel von 90° bilden. Danach erscheinen die Wurzeln 2. und 3. Ordnung (Periode der Bestockung). Zu dieser Zeit erreicht das Wurzelsystem eine Tiefe von 50 cm, zur Zeit der Halmbildung aber überschreitet diese Tiefe 1 m. Das Auseinanderwachsen nach den Seiten hin geht anfangs mit gleicher Schnelligkeit wie das Wachstum in die Tiefe vor sich, so daß die von Wurzeln durchsogene Bodenmasse anfangs die Form einer Halbkugel annimmt; später aber überragt gewöhnlich die Länge der senkrechten Wurzeln den Durchmesser des Querschnittes der Wurzelausbreitungsfläche[1]. Ähnliche Ergebnisse hat auch A. P. Modestow bei den Böden des Gouvernements Moskau erhalten[2].

Nach Rotmistrow (Odessa) wird die Wurzelverteilung der Getreidearten und einiger anderer Pflanzen in senkrechter Richtung und nach den Seiten hin durch nebenstehende Zahlen verdeutlicht:

	Länge der senkrechten Wurzeln cm	Durchmesser der von Wurzeln durchzogenen Fläche cm
Gerste	220	90
Sommerweizen	103	92
Hafer	110	94
Sommerroggen	118	60
Hirse	105	110
Mais	113	134
Rübe	146	110
Sonnenblume	144	120
Kartoffel	60	100

Jedoch können geringe Durchlässigkeit und geringer Nährstoffgehalt der tieferen Bodenschichten die Entwicklung des Wurzelsystems einschränken und die Verteilung der Wurzeln in wagerechter Richtung wesentlich verändern. So zeigte N. A. Katschinsky, daß sich in podsolierten sandigen Lehmböden die Hauptwurzelmasse (von 80—95 %) in der Ackerkrume entwickelt: „Der Übergang in die Podsolschicht wird durch krasses Sinken des Wurzelgehaltes manchmal um das 10fache und noch mehr gekennzeichnet. Die Wurzeln verteilen sich in dieser Schicht in den Wurmgängen, in alten Wurzel-

[1] Siehe J. f. exper. Landw. 1907/08.

[2] Siehe: Vegetationsversuche 10 und die entsprechenden Bände der Nachr. d. Akad. in Petrowsko-Rasumowskoje 1916 (daselbst auch das Wurzelsystem betreffende Fragen).

röhren und in den Anfängen sich bildender Risse. Das allgemeine Wurzelnetz ist äußerst schwach[1]."

Die Bestockung der Getreidearten. Nach dem Erscheinen des ersten Blattes, wenn die Assimilation der Kohlensäure und die Bildung der organischen Substanz beginnt, verlangsamt der Hauptstengel sein Wachstum; die herabströmenden Nährstoffe aber liefern Material für eine Reihe von Neubildungen, die bei der sog. Bestockung entstehen. Dieser Vorgang besteht darin, daß sich an den unterirdischen Knoten aus den Blattachseln Seitentriebe bilden, die sich, ebenso wie der Hauptstengel entwickeln, wenn sie an die Oberfläche gelangt sind. An den unterirdischen Teilen dieser Triebe können sich ebenfalls sekundäre Triebe bilden, wobei ihre Bildungsstellen wiederum gedrängt und an die Austrittsstelle der primären Triebe gerückt sind. Die Bestockung ist also eine Verzweigung, die um die Basis des Hauptstengels herum konzentriert ist. Sie kann von sämtlichen unterirdischen Knoten ausgehen und sogar vom Keimknoten. Die geeignetste Stelle aber, wo die kräftigste Bestockung stattfindet und die lebensfähigsten Halme entstehen, ist gewöhnlich der Knoten, welcher der Erdoberfläche am nächsten liegt und sich im Vergleich zu den tieferliegenden Knoten in günstigeren Verhältnissen befindet. Aus ihm entspringen ebenfalls die Wurzeln, welche die Ansätze der Blattscheiden durchbohren; ist das Korn flach untergebracht, so ist der Keimknoten der alleinige Bestockungsknoten. Die *Bestockungsfähigkeit*, d. h. die Zahl der Halme einer Pflanze, hängt von vielen Umständen ab. In erster Linie hat die Natur der Pflanze hierauf Einfluß: Die Gerste z. B. bestockt sich stärker als der Hafer. Eine wichtige Rolle spielt in dieser Hinsicht auch die Sorte. Für den Roggen kennt man z. B. sogar eine besondere Sortengruppe mit dem Namen „Staudenroggen". Ferner übt auch der Raum, der jeder Pflanze zur Verfügung steht, eine starke Wirkung auf den Grad der Bestockung aus. Um dies näher zu beleuchten, seien hier Mitteilungen von Haberlandt angeführt, die sich auf Winterweizen beziehen:

Standraum für jede Pflanze in qcm	Anzahl der Triebe je Pflanze
25	1,9
100	8,4
220	14,8
400	14,2

Offenbar erfolgte bei einer Flächenvergrößerung von 220 qcm bis auf 400 qcm keine bemerkenswerte Veränderung weder in den Ernährungs- noch in den Belichtungsverhältnissen usw., wodurch auch die Bestockung begrenzt wurde. In der Praxis hat man gewöhnlich mit dieser obersten Grenze der Bestockung nicht zu rechnen, weil die Saatdichte gewöhnlich nicht innerhalb solcher Grenzen variiert wie in den Versuchen von Haberlandt. Große Bedeutung besitzen ferner Zeit und Tiefe der Saat (die an sich ebenfalls zur Wirkung der Zeit gehört; tiefer untergebrachte Samen laufen später auf). In den Versuchen von Wollny mit Winterroggen, in welchen jeder Pflanze 400 qcm zugeteilt wurden, zeigte sich die Wirkung der Zeit folgendermaßen:

Saatzeit	Anzahl der Triebe je Pflanze
16. August	28,08
4. September	19,35
2. Oktober	10,15
30. Oktober	3,15

Es muß erwähnt werden, daß auch in diesen Versuchen die Unterschiede größer sind (infolge der weiten Saat und daher auch infolge einer ungewöhnlich starken Bestockung der früh ausgesäten Pflanzen), als es in der Praxis unter gewöhnlichen Verhältnissen der Fall ist, wo die Bestockung weniger energisch stattfindet. Bei der gewöhnlichen Saatdichte bilden die Pflanzen gewöhnlich 2—4 Halme und nur einzelnstehende Pflanzen entwickeln manchmal eine große

[1] Arb. d. Moskauer Bezirksversuchsstat. 7. Heft 1925. — Siehe ebenfalls die Arbeiten von N. I. Puschkarew: Bull. d. Versuchsstat. Rostow-Nachitschewan Nr 183.

Zahl von Halmen. Es sind z. B. Fälle bekannt, wo ein Stengel bis zu 70 und mehr Halme gebildet hat; aber wie dem auch sei, die obenerwähnten Faktoren (Entfernung, Zeit und Tiefe der Saat), ebenso das Vorhandensein von Nährstoffen (vor allem stickstoffhaltigen) und von Feuchtigkeit üben einen wesentlichen Einfluß auf die Bestockung der Getreidearten bei ihrem Wachstum im Felde aus, vor allem bei der sog. weitreihigen Saat (siehe weiter unten).

Außer der Bestockungsenergie hat die *Lage des Bestockungsknotens* (vor allem im Sinne des Schutzes gegen Erfrieren) für die Pflanze Bedeutung. In dieser Hinsicht sind vor allem einige Beobachtungen und Versuche von Toporkow bekannt. Er bemerkte vor allem einen Zusammenhang zwischen der Saattiefe und der Tiefenlage des Bestockungsknotens. Bei größerer Saattiefe (Weizen) nimmt auch die Tiefe der Lage des Bestockungsknotens regelmäßig (wenn auch nicht ganz proportional) zu; jedenfalls wird dies bis auf eine Tiefe von 5—10 cm beobachtet. Außerdem beobachtete er eine Abhängigkeit der Lage des Bestockungsknotens von der Belichtung. Pflanzen, die in der Nähe eines Zaunes wuchsen, zeigten einen mehr der Oberfläche zu gelegenen Bestockungsknoten als Pflanzen, die besseren Belichtungsverhältnissen ausgesetzt waren, obgleich sie gleich tief eingesät waren. Außerdem wirkte die Zunahme der Saattiefe nicht so regelmäßig auf die Entwicklung beschatteter Pflanzen, wie es bei normalen Pflanzen der Fall war. Diese Beobachtungen kontrollierte Toporkow durch einen Versuch mit künstlicher Beschattung der Pflanzen, die in Töpfen gezogen wurden; der Bestockungsknoten bildete sich hier sogar über der Erde. Um die Wirkung zu beobachten, welche die gewöhnliche Veränderung der Belichtung, hervorgerufen durch eine mehr oder weniger starke Bewölkung, ausübt, benutzte Toporkow 2 Saaten: eine frühe, deren Keimlinge bei trübem Wetter aufliefen, und eine spätere, deren Triebe sich bei sonnigem Wetter entwickelten. Es stellte sich heraus, daß sich im letzteren Fall der Bestockungsknoten in größerer Tiefe bildete als im ersten Fall, als das trübe Wetter ähnlich einer künstlichen Beschattung wirkte. Was die Beschädigung der Pflanzen durch Fröste je nach der Lage des Bestockungsknotens betrifft, so hat Toporkow auch in dieser Hinsicht direkte Beobachtungen angestellt. Im Frühjahr des Jahres untersuchte er die Lage der Bestockungsknoten bei erfrorenen und gesund gebliebenen Pflanzen. Es stellte sich heraus, daß die mittlere Tiefenlage des Bestockungsknotens folgende war:

	Für 600 erfrorene Pflanzen cm	Für 600 gesund gebliebene Pflanzen cm
a. . . .	0,68	1,68
b. . . .	0,40	1,41

Deswegen kam Toporkow zu dem Schluß, daß Winterweizen nicht zu flach gesät werden darf, um die Pflanzen besser vor dem Erfrieren zu schützen.

Die Wirkung des Lichtes und der Saattiefe auf Weizen ist durch Versuche von Kossowitsch und Korolew (Akademie[1] in Petrowsko-Rasumowskoje) bestätigt worden, obgleich man wie bei Toporkow für Roggen keine Beziehung zwischen der Saattiefe und der Lage des Bestockungsknotens beobachten konnte. Über die Wirkung der Bodenfeuchtigkeit konnten die genannten Autoren keine bestimmten Angaben machen. Bestimmter zeigte sich in den Versuchen von Kossowitsch und Korolew der Einfluß der Temperatur, und zwar wirkte ihre Erhöhung in gleicher Richtung wie die Beschattung; die Temperatur beschleunigt das Wachstum. Weil die Entwicklung aber schneller vor sich geht, so entfällt auf die betreffende Entwicklungsphase weniger Licht als bei langsamem Wachstum. Einige unserer Kulturen im Jahre 1896 sollten ebenfalls die Frage der Wirkung der Saattiefe auf die Lage des Bestockungsknotens bei Roggen klären. In den

[1] Wollny: Forschungen 17 (1894). — Landw. u. Forstw. 1899.

Ergebnissen dieser Kulturen sind einige Andeutungen darüber enthalten, weswegen (oder wie) sich der Roggen der Gesetzmäßigkeit entzieht, die beim Weizen beobachtet wird. Die Sachlage ist die, daß der Roggen, besonders bei tiefer Saat dazu neigt, einen zweiten Bestockungsknoten zu bilden, dessen Lage tatsächlich in keiner Übereinstimmung mit der Saattiefe steht. Dieser zweite Bestockungsknoten als der der Oberfläche am nächsten (folglich auch günstiger) liegende, überholt den ersten und wird zum Hauptbestockungsknoten. Die Lage des ersten Bestockungsknotens aber steht in gleicher geregelter Beziehung zur Saattiefe wie bei Weizen. In einem ähnlichen Versuche (mit Johannisroggen) wurden folgende Ergebnisse erhalten:

Saattiefe	2 cm	5 cm	8 cm
Tiefe des ersten Knotens . . . . . cm	1,57	1,95	2,87
Anzahl der Pflanzen, die einen zweiten Knoten gebildet haben . . . . . %	23	54	88
Tiefe des zweiten Knotens . . . . . cm	1,4	0,9	1,2

Auf diese Weise kann der Roggen die Wirkung der tiefen Einsaat durch die Bildung eines zweiten Bestockungsknotens ausschalten. Auch sonst wird beim Roggen der Bestockungsknoten scheinbar näher an der Oberfläche gebildet als beim Weizen[1].

Die Bildung der Halme. Ein Halm mit sehr kurzen Internodien und der primären Ähre wird bereits im Bestockungsstadium gebildet (von der Winterung im Herbst); aber sein Austritt aus der Blattscheide (hervorgerufen durch die Streckung der einzelnen Internodien) beginnt erst nach einer gewissen Ruheperiode. Die Internodien sind anfangs derart kurz, daß ihre Länge geringer ist als der Durchmesser des primären Halmes. Die künftigen Knoten erscheinen als zueinander parallel verlaufende Wülste, die an der Ansatzstelle der primären Ähre angelegt werden. Die Länge der letzteren übertrifft die Gesamtlänge aller Internodien. Die Dauer der Ruheperiode ist bei Winter- und bei Sommergetreide verschieden, und zwar ist diese Periode, die im Herbst beginnt und im Frühjahr endet, bei ersterem bedeutend länger als bei dem zweiten, bei dem oft auf das Bestockungsstadium unmittelbar Schossen und Ährenbildung folgen.

Es muß bemerkt werden, daß der *Unterschied zwischen Winter- und Sommergetreide* nicht durch die Fähigkeit der einen, bei Herbstsaat zu überwintern, und nicht durch die Neigung der anderen, bei solcher Aussaat zu erfrieren, allein gekennzeichnet wird. Am deutlichsten zeigt sich diese Tatsache, daß im Süden Sorten angetroffen werden, die sowohl im Frühjahr als auch im Herbst ausgesät werden können — dies ist nichts anderes als Sommergetreide, das einen milden Winter vertragen kann. Der Hauptunterschied zwischen den Sommer- und Wintergetreidearten besteht darin, daß die echten Wintergetreidearten keine Halme und Ähren bilden, wenn sie im Frühjahr ausgesät werden. Im ersten Jahre bestocken sie sich nur stark, die Halmbildung aber erfolgt erst im nächsten Jahre.

In der Praxis trifft man manchmal auf die Notwendigkeit, die Samen der Sommergetreidearten von denen der Wintergetreidearten zu unterscheiden. Infolge der Schwierigkeit dieser Aufgabe (und sogar infolge der Unmöglichkeit, sie in einer allgemeingültigen Form zu lösen) wurde auf der Samenstation Charkow von N. N. Kuleschow das Auflaufen von Sommer- und Winterweizen 8 Tage nach der Aussaat (im Licht) einer Beobachtung unterzogen. Es stellte sich heraus, daß alle weichen Sommerweizen eine bläulichgrüne Färbung hatten, die durch eine starke Behaarung des ersten Blättchens hervorgerufen wurde, während der Auflauf der Winterweizen eine smaragdgrüne Färbung zeigte (die unter den Sommergetreiden nur dem Hartweizen eigen ist), weil diese Behaarung fehlte oder nur wenig

[1] Siehe Näheres bei Schellenberg (Zürich): Über die Lage der Bestockungsknoten 1902. — Schoute: Die Bestockung des Getreides 1910 — Siehe ebenfalls in den Aufsätzen von Belajew und Periturin: Ber. Vegetationsversuche 7 u. 8.

vorkam. Innerhalb der Grenzen der Sortenverschiedenheiten, mit denen es die Versuchsstation Charkow zu tun hatte, brachte diese Methode gute Ergebnisse.

Sudsilowsky (Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje) führte im Jahre 1890 einige Versuche aus, um die Frage zu lösen, unter welcher Einwirkung Abweichungen von der allgemeinen Regel erfolgen, derart, daß die Wintergetreidearten im selben Jahre, im Herbst, schossen, womit die Gefahr des Erfrierens verbunden ist. Auf Grund dieser Versuche kam er zu dem Schluß, daß für die Wintergetreidearten in ihrem frühen Entwicklungsstadium niedrige Temperatur die größte Bedeutung besitzt. Er machte u. a. einen Versuch mit Johannisroggen, der, nachdem seine Körner vorgequollen und durchgefroren ausgesät worden waren, einen bedeutenden Prozentsatz Halme bereits im ersten Jahre im Laufe von 2 Monaten nach der Saat brachte, während die echten Wintergetreidearten im ersten Jahre nicht schossen, selbst wenn sie im Frühjahr ausgesät werden. Das künstliche Erfrieren sollte in diesem Versuch die Winterkälte ersetzen. Die Wirkung aller anderen Wachstumsfaktoren (Feuchtigkeit, Düngung) zeigte sich in den Versuchen von Sudsilowsky schwächer. Im allgemeinen kann man annehmen, daß alles, was das Wachstum der Pflanzen begünstigt, auch die Halmentwicklung bei dem Wintergetreide im ersten Jahre begünstigt.

Seelhorst teilte mit, daß es ihm gelungen war, die Wintergetreidearten dadurch zu zwingen, Ähren im selben Jahre zu bilden, daß er eine Unterbrechung der Entwicklung mit Hilfe einer zweiwöchigen künstlichen Abkühlung von Gefäßen mit Roggen, mit Weizen und Raps herbeiführte (er trug sie in einen Eiskeller). Bei uns gelang aber ein völlig analoger Versuch mit Roggen und Weizen bei Frühjahrssaat nicht. Die Halme bildeten sich nicht, trotz der Abkühlung. Ob das nun von den verschiedenen Sorten oder von anderen Ursachen abhing, ist ungeklärt geblieben. In einem anderen Versuch gelang es, die Halmbildung hervorzurufen, aber bei sehr früher Saat (im Februar) in Gefäßen, die während des Stadiums der Bestockung (im März) in schmelzenden Schnee versenkt wurden.

Später kam Gassner zu dem Schluß, daß die Wintergetreidearten ein gewisses „Kältebedürfnis" besitzen; ist dieses befriedigt, wenn es auch im Stadium der Keimung ist, so beginnen die Wintergetreidearten rasch Halme zu bilden. Andererseits zeigte sich in der Arbeit von A. D. Murinow die Wirkung der Saatzeit und der Wachstumsbedingungen auf die Bildung der Halme bei Wintergetreide deutlicher. So wurde bei einer Februarbestellung (im Treibhaus) zum Schluß des Sommers eine starke Halmbildung beobachtet, bei einer Saat Mitte Mai bemerkte man nicht einmal das Schossen, ohne daß die Wintergetreidearten einer Kältewirkung ausgesetzt gewesen waren. Jede Verzögerung des Wachstums setzte auch den Prozentsatz der Pflanzen herab, die im selben Jahre Halme bildeten.

In letzterer Zeit fanden die Beobachtungen von Murinow eine Bestätigung in der Arbeit von N. A. Maximow und von A. I. Pojarkowa[1].

Jedenfalls ist es nicht leicht, die echten Wintergetreidearten dazu zu bringen, bereits im ersten Saatjahre Halme zu bilden; aber die Befürchtungen, daß dies bei feuchtem und warmem Herbstwetter der Fall sein könnte, sind gewöhnlich übertrieben; es sei erwähnt, daß zu üppiges Wachstum unabhängig vom Schossen deshalb gefährlich ist, weil die saftige Masse ausfaulen kann. Außerdem wird oft starkes Blattwachstum (das Wachstum der Blattscheiden) mit der Halmbildung verwechselt und als Schossen bezeichnet. Indessen kann im ersten Stadium nur ein Öffnen dieser Scheiden zeigen, ob das befürchtete Wachsen der Internodien und das Herausschieben der Ähre tatsächlich stattgefunden hat.

Wenn nach einer gewissen Ruheperiode, nach einer größeren bei Winterung und nach einer kürzeren bei Sommerung, der Halm beginnt aus der Blattscheide

[1] Murinow: Zur Biologie der Wintergetreidearten. Ann. Akad. in Petrowsko-Rasumowskoje. In dieser Arbeit ist auch die Literatur zu dieser Frage angeführt.

herauszutreten, so dehnt sich zuerst das untere Internodium. Fast gleichzeitig beginnt auch die primäre Ähre zu wachsen. Doch bald überholt das zweite Internodium das erste, das dritte — das zweite usw. Ein völlig entwickelter Halm besitzt eine Ähre und 5 oder 6 Internodien, deren Länge vom oberen sechsten zum unteren ersten abnimmt. Einige Autoren wollen eine gewisse Regelmäßigkeit in den Längen der Internodien sehen. So behauptet Nowacki auf Grund seiner Messungen, daß die Länge eines jeden Internodiums das arithmetische Mittel aus den Längen der benachbarten Internodien ist. Für einen entwickelten Halm gibt er folgende Internodienlängen an:

Länge des 1. Internodiums . .	0,60 cm	Länge des 4. Internodiums . .	13,5 cm
„ „ 2. „ . .	4,80 cm	„ „ 5. „ . .	18,4 cm
„ „ 3. „ . .	9,24 cm	„ „ 6. „ . .	22,0 cm

Hier wird tatsächlich die erwähnte Regelmäßigkeit beobachtet. Jedoch bestreiten andere Autoren das Vorhandensein einer solchen Regelmäßigkeit und zwar mit der Begründung, daß die angeführten Zahlen 1. von einer geringen Zahl Messungen abgeleitet sind und daß 2. die Auswahl des Materials für die Messung nicht genügend streng durchgeführt worden ist[1].

Die Zahlen von Toporkow sprechen für eine ungefähre Richtigkeit der Regel von Nowacki[1]. So wurden z. B. für Banatka-Weizen folgende Längen beobachtet:

Länge des 1. Internodiums . .	3,7 cm	Länge des 4. Internodiums . .	19,8 cm
„ „ 2. „ . .	9,9 cm	„ „ 5. „ . .	24,8 cm
„ „ 3. „ . .	15,5 cm		

Die mechanische Funktion, Ähre und Blätter zu stützen, wird manchmal vom Halm nicht vollkommen erfüllt. Dies ist beim *Lagern des Getreides* der Fall. Früher wurde das Lagern durch den Mangel an Kieselsäure im Halm erklärt. Jetzt sieht man die Ursache in der Verlängerung der Zellen und der Verringerung ihrer Wandstärke, was z. B. unter der Einwirkung zu großer Bestandesdichte entsteht, und in jeder Einschränkung des Lichtzutrittes zu den unteren Internodien. Infolgedessen werden die Halme oder wenigstens ein Teil von ihnen halb etioliert, sie strecken sich.

Übrigens gibt Kraus, der speziell die Frage des Lagerns und ihrer Bekämpfung erforscht hat, an, daß die „Theorie der Etiolation" nicht die ganze Zahl der Erscheinungen, die als Lagerung bezeichnet werden, umfaßt. So können außer der mangelnden Belichtung auch noch einige Pilze einwirken, die den unteren Halmteil beschädigen (Ophiobolus, Leptosphaeria nach den einen Beobachtungen, Fusarium nach anderen); ferner beeinflussen die Frühjahrsfröste die jungen Halme durch Schwächung dahin, später in den unteren Teilen sich zu biegen und zu brechen. Dasselbe ruft später Wind hervor, ebenfalls der Regen, der durch das Gewicht der Tropfen die Halme dazu zwingt, sich zu Boden zu neigen. Es ist bekannt, daß, wenn die Lagerung nicht zu spät erfolgt ist, die Pflanzen sich wieder aufrichten können infolge der Tätigkeit der wachstumsfähigen und somit noch bewegungsfähigen Knoten[2].

Das Blühen der Getreidearten. Bald nachdem die Ähre aus der Blattscheide hervortritt, setzt die Blüte ein[3]. Die Befruchtung erfolgt bei den Getreidearten entweder durch *Selbstbestäubung* oder durch *Fremdbestäubung*. Beim Weizen z. B. herrscht die Selbstbestäubung vor. Er blüht folgendermaßen: Bei günstiger Temperatur (plus 16° C) öffnen sich, meistenteils morgens, die Blütenspelzen (sie stellen sich in einem Winkel von 45° zueinander). Dies erfolgt unter der Wirkung der kleinen Schüppchen (Lodiculae), die sich am Grunde des Fruchtknotens innerhalb der Blütenspelzen befinden. Die Staubfäden beginnen sich zu verlängern,

[1] Zur Biologie des Winterweizens. Landw. u. Forstw. 1899.

[2] Näheres siehe in der Monographie von Kraus: Die Lagerung der Getreide 1908.

[3] Es sind Fälle bekannt, wo die Bestäubung schon stattfindet, bevor die Ähre aus der Blattscheide hervortritt (z. B. bei der Gerste).

die Staubbeutel, welche eine pyramidenförmige Gruppe in der Mitte der Blüte bilden, scheiden etwas Staub ab, der auf die Narbe fällt. Danach biegen sich die Staubfäden nach außen; die Staubbeutel hängen an den Fäden zwischen den Spelzen und scheiden in einer kleinen Wolke die restliche Staubmasse ab. Ist die Temperatur niedrig, so öffnen sich die Spelzen überhaupt nicht; dann fällt der ganze Staub auf die Narbe derselben Blüte. Beim Roggen wird der Inhalt der Staubbeutel meistens ganz außerhalb der Spelzen entleert; außerdem steht der eigene Blütenstaub einer Blüte für sich selbst in seiner Befruchtungsfähigkeit hinter dem Staub anderer Individuen zurück. Infolge dieser beiden Umstände hat für den Roggen nur die Fremdbestäubung Bedeutung. Deswegen bleibt eine Roggenähre, die künstlich isoliert worden ist, bei den meisten Roggensorten fast völlig fruchtlos. Im nordöstlichen Teil Rußlands sind jetzt Roggenrassen gefunden worden, die bemerkenswerte Selbstfertilität zeigen; aber dies ist eine Abweichung vom gewöhnlichen Roggentypus. Z. B. waren in dem Versuche von Rimpau beim Isolieren einer Ähre in einem Reagenzglas nur 0,9% befruchtete Blüten; bei zwei Ähren derselben Pflanze 4%, bei einer Isolierung dagegen von 2—3 Ähren verschiedener Pflanzen 26% befruchtete Blüten. Durch die Notwendigkeit der Fremdbestäubung wird auch die Tatsache erklärt, daß Regenwetter während der Roggenblüte die Zahl der sich entwickelnden Körner in der Ähre verringert. Hafer und Gerste bestäuben sich vorzugsweise selbst, Mais ähnlich wie Roggen durch Fremdbestäubung. Seine männlichen Blüten, die oben in einer Rispe stehen, entwickeln sich gewöhnlich früher als die weiblichen Blüten des Kolbens; manchmal ist bei kaltem Wetter auch das Gegenteil der Fall. Jedenfalls, wenn man auch eine gleichzeitige Blüte der männlichen und der weiblichen Blüten annimmt, ist eine Bestäubung mit fremdem Staub eher möglich, weil der eigene Blütenstaub einen bedeutenden Weg von der Rispe bis zum Kolben zurücklegen muß, bei dessen Zurücklegung der allergeringste Windhauch seine Richtung verändert und auf andere Pflanzen verweht, oder wenigstens die Selbstbestäubung der Blüte erschwert.

Das Reifen der Getreidearten. Nach der Befruchtung beginnt die Kornentwicklung. Es bildet sich der Embryo; die Zellen des Endosperms füllen sich mit Stärke und Eiweiß; die Vakuolen verschwinden. Diese Anhäufung erfolgt auf Kosten der in den Blättern erzeugten organischen Substanzen. Infolgedessen ändert sich ihre Menge in den Blättern und Ähren der Pflanzen, die zu verschiedenen Zeiten vom Felde genommen worden sind, in umgekehrter Abhängigkeit; z. B.:

	Bei Pflanzen, die vom Felde genommen sind, am		
	3. Juni	22. Juni	25. Juni
	Stickstoffgehalt je ha		
In Ähren . . . kg	9,0	17,0	51,0
In Blättern . „	44,4	42,0	15,3

Man unterscheidet folgende *Reifestadien* der Getreidearten: 1. *Milchreife*, wenn der Bestand noch eine grüne Färbung zeigt, obgleich sich bereits ein Sinken der Intensität der Färbung bemerkbar macht. Die einzelnen Halme werden unten gelblich, oben bleiben sie grün. Die unteren Blätter sind völlig abgestorben. Die Blattknoten sind noch grün gefärbt und saftig. Die noch grünlichen Körner sind in diesem Stadium mit einer milchartigen Flüssigkeit angefüllt. In frischem Zustand sind sie fast gar nicht keimfähig, in ausgetrocknetem Zustand (nach der Austrocknung schrumpfen sie zusammen und ihr Umfang sinkt auf ein Drittel der ursprünglichen Größe herab) ist die Keimfähigkeit höher. Die Ansammlung der Nährstoffe in den Körnern schreitet weiter vorwärts. 2. die

Gelb- oder Wachsreife. Das Feld ist bereits gleichmäßig gelb gefärbt. Jeder Halm mit Ausnahme der obersten 2—3 Knoten und auch die Körner werden bereits gelb, wobei das Korn zuerst am oberen Ende auf der Rückenseite gelb wird und dann erst auf der Bauchseite und am unteren Ende. Der Inhalt des Kornes wird dehnbar; dann beginnt er unter großem Wasserverlust zu erhärten (man kann ihn aber noch mit dem Fingernagel wie Wachs schneiden). Der Nährstoffzustrom zum Korn hört auf, ebenfalls die Assimilation. 3. die *Vollreife* unterscheidet sich von der vorigen dadurch, daß auch alle oberen Knoten gelb werden, das Korn aber infolge fast völligen Wasserverlustes noch härter wird; man kann es mit dem Fingernagel nicht mehr zerschneiden. Bricht man jetzt das Korn, so geht der Bruch auch durch die Zellen, während bei der Gelbreife infolge unvollständiger Austrocknung der Zellwände die Zellen durch den Bruch voneinander getrennt wurden. Die Körner nehmen an Umfang ab, infolgedessen werden sie nicht mehr so fest von den Spelzen umfaßt. Der *Wassergehalt* in Körnern verschiedenen Reifezustandes ändert sich nach Nowacki folgendermaßen:

	in der		
	Milchreife % Wasser	Gelbreife % Wasser	Vollreife % Wasser
Enthielten die Körner . .	49,6	25,7	12,9

Das Trockengewicht des Kornes wächst vom Augenblick des Beginns der Milchreife sehr schnell. Im Stadium der Gelbreife erreicht es das Maximum, danach bleibt es auf gleicher Höhe. Wie schnell die Gewichtszunahme im Korn bald nach der Blüte z. B. beim Roggen eintritt, zeigen folgende Zahlen, die wir im Jahre 1897 erhalten haben:

	13. Juni g	17. Juni g	22. Juni g	27. Juni g	3. Juli g	7. Juli[1] g
1000 Korngewicht (lufttrocken)	5,5	9,3	13,2	21,8	24,4	28,4

An dieser Gewichtszunahme nehmen alle Bestandteile des Korns teil, aber nicht in gleichem Maße. Am schnellsten wächst die Stärkemenge, so daß die Prozente an Stickstoff und vor allem an Rohfaser sinken, trotzdem ihre absoluten Mengen ebenfalls steigen:

Stärke . . . . . %	45,20	49,80	51,20	53,10	54,20	65,90[2]
Stickstoff . . . . . %	2,93	—	2,76	—	2,63	—
Rohfaser . . . . . %	4,10	4,80	5,20	3,20	3,40	3,70

Gleichzeitig ändert sich die Verteilung des Stickstoffs auf die verschiedenen Gruppen der Stickstoffverbindungen. Die prozentuale Menge der Amido-Verbindungen sinkt, die der Eiweißarten aber steigt allmählich. Setzt man die ganze Stickstoffmenge = 100, so wird die Verteilung des Stickstoffes zwischen den Eiweißarten und den Nichteiweißverbindungen für Roggen durch folgende Zahlen ausgedrückt:

	13. Juni %	17. Juni %	22. Juni %	27. Juni %	2. Juli %	7. Juli %
Stickstoff der Eiweißarten	52	57	60	63	68	70
Stickstoff anderer Verbindungen . . .	48	43	40	37	32	30

[1] Dieses Datum entspricht dem Eintritt der Gelbreife für das Jahr 1897.

[2] Nach den Analysen von N. K. Nedokutschajew: Ann. d. Akad. in Petrowsko-Rasumowskoje. — Siehe ebenfalls die Arbeit von B. A. Tschishow: J. exper. Landw. des Wolgagebietes 3 (1926).

Der *Umfang des Kornes* nimmt anfangs wie das Gewicht rasch zu, nimmt aber von der Gelbreife an ab, weil das Korn infolge des starken Wasserverlustes zusammentrocknet. Die Meinung von v. Rosenberg-Lipinsky, daß die Kornschalen im Zustand der Vollreife, vor allem aber im Stadium der von vielen Autoren unterschiedenen *Totreife* (wenn die Körner, die sich unter der Einwirkung der atmosphärischen Einflüsse verändern, spröde und auch die Ähren brüchig werden, das Stroh aber schmutzig gelb wird) sich auf Kosten des Korninnern verdicken, wurde durch die Messungen von Nowacki nicht bestätigt. Er behauptet umgekehrt, daß die Schalen infolge der Zusammentrocknung dünner werden. Erhält man zu dieser Zeit aus dem Korn mehr Kleie, so muß man dies dadurch erklären, daß die angetrockneten Schalen enger an dem Samen selbst haften, infolgedessen gerät der äußerste Teil der Samen unbedingt beim Schroten des Korns mit der Kleie zusammen in den Abfall.

Nachdem wir mit der Entwicklung der Getreidepflanzen bekannt geworden sind, gehen wir zu der Betrachtung derjenigen Faktoren über, die auf den Gang dieser Entwicklung in der Feldkultur einwirken.

6. Das Verhalten der Getreidearten zum Klima.

Die Ansprüche der Getreidearten an das Klima. Die Hauptvertreter unserer Getreidearten sind vorzugsweise Pflanzen des gemäßigten Klimas. Einige von ihnen aber können weit nach Norden vordringen, andere wieder können nur in südlichen Gegenden angebaut werden. Die Ansprüche an das Klima kann man teilweise durch die äußersten Breitengrade ausdrücken, innerhalb deren eine Pflanze gedeihen kann, teilweise (ungefähr) durch die Wärmesummen, die für ein erfolgreiches Gedeihen einer Pflanze erforderlich sind und von dem Wärmebedarf der Pflanzen im Laufe der Vegetationsperiode abhängen. In den Grenzen der Breitengrade für den Anbau verschiedener Getreidearten wird in dieser Hinsicht ein großer Unterschied beobachtet. Als Regel kann man aber annehmen, daß in westlicheren Gegenden das Getreide weiter nach Norden vordringen kann als in östlicheren Gebieten. Von den Getreidearten reicht die Gerste am weitesten nach Norden (bis zu 70° n. Br.). Dies wird durch die Kürze ihrer Entwicklungszeit begünstigt. In Norwegen erreicht der Gerstenbau den 70.° n. Br.

Diese Angaben kann man nicht von einem Meridian auf den andern übertragen. In Norwegen macht sich die mildernde Wirkung des Golfstromes bemerkbar. Schon in Finnland verläuft die nördliche Grenze des Gersten- und Roggenbaues südlicher als auf der skandinavischen Halbinsel. Geht man noch weiter nach dem Ural hin, so rücken diese Grenzen noch weiter nach Süden.

Von den Wintergetreidearten geht der Winterroggen am weitesten nach Norden (65—67°) als die am wenigsten gegen Fröste empfindliche Pflanze in dieser Gruppe. Der Winterweizen wird bedeutend weiter südlich gebaut. Der Hafer kann bis zur Breite von 63—65°, der Mais bis zu 52—53°, der Reis nur noch südlicher angebaut werden.

Diese verschiedene Ausdehnung nach Norden hin und das verschiedene Verhalten zu den Gebirgshöhen können abhängen von: 1. der Länge der Vegetationsperiode, 2. den verschiedenen Wärmeansprüchen innerhalb dieser Periode, 3. dem Grade der Empfindlichkeit der betreffenden Pflanze gegen zeitweises Sinken der Temperatur. Wir haben weiter oben gesehen, daß die Fähigkeit der Gerste, weiter nach Norden vorzudringen als der Hafer, vom Unterschied in der Länge der Vegetationsperiode abhängt. Bei einem Vergleich mit der Hirse aber kann man sehen, daß der Hafer trotz der längeren Vegetationsperiode doch weiter nach Norden vordringt als die Hirse, für die als einschränkende Fak-

toren die Empfindlichkeit gegen Fröste und ein größerer Wärmebedarf als beim Hafer maßgebend sind. Der Mais kann als Beispiel für solche Pflanzen dienen, bei denen sich zu diesen beiden, das Vordringen der Hirse nach Norden begrenzenden Ursachen noch eine dritte gesellt, nämlich die größere Länge der Vegetationsperiode. Am wärmeanspruchvollsten ist der Reis.

Um einen allgemeinen Ausdruck für den Wärmebedarf der Pflanzen zu finden, versucht man, sich der Wärmesummen für den Verlauf der Vegetationsperiode zu bedienen, wobei die mittleren Tagestemperaturen während der ganzen Wachtumszeit addiert werden (bei der Winterung wird die Winterperiode ausgeschlossen; z. B. werden beim Winterweizen alle diejenigen Tage nicht gezählt, an denen sich die Temperatur unter + 6° C bewegt). Nach Nowacki werden diese Temperatursummen für die verschiedenen Getreidearten durch folgende angenäherte Zahlen ausgedrückt:

Sommergetreide:

Gerste	1750°	Hirse	2300°
Weizen	2000°	Mais	2800°
Hafer	2100°	Reis	4000°

Wintergetreide:

Roggen	1800°	Weizen	2100°

Im großen und ganzen finden wir, daß die Wärmesummen der einzelnen Kulturpflanzen den Angaben über ihre Verbreitung nach Norden in der Reihenfolge entsprechen. Und dennoch sind die Wärmesummen nur ein ungefähres Maß. Sie sind nicht für dieselbe Pflanzenart in den verschiedenen Breiten konstant, nicht nur deswegen, weil wir im Süden mechanisch mit der unbedingt erforderlichen auch die überschüssige Wärme addieren, sondern auch deshalb, weil die einzelnen Getreidesorten eine verschieden lange Vegetationsperiode besitzen.

So haben die westeuropäischen Sorten eine längere Vegetationsperiode als unsere. Außerdem wirken die Verhältnisse, unter denen die Pflanze aufwächst, auf die Länge der Vegetationsperiode ein. So begünstigt die Länge des Tages im Norden eine Verkürzung der Vegetationsperiode. In Abhängigkeit hiervon (aber auch bei verschiedener Sortenwahl) werden folgende Unterschiede in der Länge der Vegetationsperiode in den verschiedenen Gebieten beobachtet:

	nördliche Gouvernements Tage	mittlere Schwarzerde-Gouvernements Tage	südwestliche Gouvernements Tage
Gerste	86—96	102—113	97—102
Hafer	98—103	107—110	116—123
Sommerweizen	88—100	107—110	111—118
Hirse	—	98—103	103—113
Mais	—	134—149	138—149

Bei verschiedener Länge der Vegetationsperiode erhält man ebenfalls auch verschiedene Wärmesummen. So beträgt diese Summe bei frühreifen ostsibirischen Weizensorten nur 1350° C (W. E. Pisarew), während der Weizen der westeuropäischen Gebiete eine Summe von 2000° C verlangt. Wenn wir das Schwanken der Temperatursummen für eine bestimmte Art berücksichtigen, so wirkt die Individualität der einzelnen Pflanzen durch ihr Verhalten gegen ein zeitweises Sinken der Temperatur (Morgenfröste) nicht auf die Angaben der Temperatursummen ein, erst recht nicht durch verschiedenes Verhalten der Pflanzen gegen Hitze.

Niedrige Temperaturen verträgt der Winterroggen am besten. Er hält Fröste von -25^0 C in einem schneelosen Winter aus; eine gute Schneedecke aber schützt ihn vor stärkeren Frösten, wobei sich selbstverständlich das Verhalten gegen Frost je nach dem Entwicklungsstadium der Pflanze ändert. Je später der Roggen im Herbst gesät wird und je weniger er sich infolgedessen bis zum Eintritt der Fröste entwickelt, um so vernichtender sind sie für ihn und umgekehrt. Der Winterweizen ist gegen Kälte empfindlicher; er verträgt Fröste von -25^0 C gewöhnlich nicht mehr.

Diese Temperaturgrenzen erscheinen jedoch als recht unbeständig. Es wäre bei solchen Vergleichen wünschenswert, wenn man sich nicht mit der Lufttemperatur begnügen sondern auch Angaben über die minimale Bodentemperatur in Betracht ziehen würde. M. E. Philiptschenko nahm an, daß ein Sinken der Bodentemperatur unter -2^0 bereits auf den Ertrag des Weizens einwirken kann.

Man muß allerdings bemerken, daß auch die Bodentemperatur nicht immer ein genügender Maßstab für ein Urteil darüber ist, ob die betreffende Pflanze Gefahr läuft, zu erfrieren oder nicht, weil diese Grenze nicht immer streng bestimmt ist. So ist bekannt, daß Pflanzen desselben Winterweizens kälteverträglicher sein können, wenn vor Eintritt der Kälte das Wetter klar und trocken war und umgekehrt. Bei warmem, gewöhnlichem Wetter, auf feuchten und stickstoffreichen Böden kann ein plötzliches Auftreten der Fröste viel vernichtender sein, weil dabei wasserhaltige großzellige Gewebe entstehen, die ärmer an Zucker und anderen löslichen Substanzen sind und infolgedessen unter Frost mehr leiden als kleinzellige, zuckerreichere und gedrungenere Organe, die bei Lichtüberfluß, gemäßigter Temperatur und Feuchtigkeit entstehen. Es ist bekannt, daß man, wenn man die Pflanzenzellen künstlich mit Zucker anreichert, die Pflanzen, die sonst kälteempfindlich sind, kälteverträglicher machen kann und umgekehrt[1].

Wintersorten von Hafer und Gerste, die stellenweise in Gebieten mit sehr mildem Winter angebaut werden, sind gegen Fröste noch empfindlicher als Weizen. Übrigens kann sich die schädliche Wirkung des Winters auf die Wintergetreidearten nicht nur im Erfrieren zeigen sondern auch in einigen anderen Erscheinungen. *So kann abwechselndes Frieren und Auftauen des Bodens*, das mit einer wechselnden Ausdehnung des Bodens verbunden ist, das *Hinausschieben des Bestockungsknotens* an die Oberfläche, wo er erfriert, zur Folge haben. Die Bildung einer *Eiskruste* zu einer Zeit, wo das Wachstum noch nicht beendet ist, kann infolge des Luftabschlusses ein Ersticken der Pflanze nach sich ziehen. Ebenso wirkt auch eine dicke Schneeschicht, die sich während der Vegetationszeit der Pflanze aufs Feld gelagert hat oder auf einen während eines Tauwetters auftauenden Boden. Wahrscheinlich spielt hier der Umstand eine Rolle, daß die Lebensprozesse infolge der fehlenden erforderlichen Abkühlung nicht unterbrochen werden, der Zutritt der Luft und des Lichtes aber erschwert wird und die Pflanze vielleicht ebenfalls erstickt. Danach beginnt sie sich in beiden Fällen zu zersetzen, was durch Gelbwerden, Braunwerden und Fäulnis im Boden gekennzeichnet wird, oder mit anderen Worten, durch alle die Erscheinungen, deren Gesamtheit das *Auswintern* der Wintergetreide bildet[2]. Endlich wirkt auch ein großer *Unterschied zwischen Luft- und Bodentemperatur* sehr häufig vernichtend; in der Praxis werden die Wirkungen dieser Temperaturen gewöhn-

[1] Siehe Maximow: Der chemische Schutz der Pflanzen gegen Erfrieren. J. exper. Landw. 1, 2, 1913. Daselbst Literaturangabe.

[2] Über die Rolle der Mikro-Organismen (Fusarium nivale) siehe z. B. bei Schaffnit: Landw. Jb. 63, 521.

lich nicht unterschieden. Ist der Boden z. B. schon gefroren, und steigt die Temperatur der Luft, so beginnen die Pflanzen Wasser zu verdunsten, während sie aus dem gefrorenen Boden keinen Nachschub an Wasser mehr erhalten; infolgedessen leiden die oberirdischen Teile unter Wassermangel. Es ist bekannt, daß die Pflanzen selbst auf sumpfigen Böden in den oberirdischen Organen unter den angeführten Verhältnissen unter Wassermangel leiden können.

Außer den genannten Fällen kann das Auflaufen der Sommerung, vor allem der Hirse, unter Frösten leiden. Ein Sinken der Temperatur während der Blüte ist ebenfalls sehr gefährlich; so kann z. B. der Winterroggen (blüht früh) unter Morgenfrösten Ende Mai leiden, wobei die äußerliche Beschädigung unbemerkt bleiben kann; jedoch enthalten die Ähren nachher keine Körner, weil in den Blüten, die sich vor Eintritt der Morgenfröste nicht öffnen konnten, keine Bestäubung stattfand.

Die Getreidearten verhalten sich gegen *Hitze* ebenfalls recht verschieden. Von den Wintergetreidearten ist Weizen am wenigsten hitzeempfindlich; er dringt nach Süden bis zum 16. Grad n. Br. vor. Der Roggen umgekehrt als gegen hohe Temperaturen stärker empfindliche Pflanze geht nicht so weit nach Süden; hier ist die Wirkung hoher Temperaturen als solche gemeint unabhängig von der gesteigerten Verdunstung. Man weiß, daß der Roggen bei einer Temperatursteigerung des Bodens über 25° C leidet. Von den Sommergetreidearten ist Gerste am wenigsten empfindlich, Hafer aber leidet im Süden mehr; hier kommt noch die Wirkung einer langen Vegetationsperiode und ein hoher Wasserverbrauch dazu. Hirse und noch mehr Mais und Reis als die südlichsten Getreidearten können am ehesten hohe Temperaturen vertragen (s. weiter unten über das „Verscheinen").

Die *Lichtverteilung* übt auf die Entwicklung der Getreidearten eine wesentliche Wirkung aus. So verkürzen die Pflanzen im Norden bei einem langen Tag und einer kurzen Nacht ihre Vegetationsperiode. Die Temperatursumme für ein und dieselbe Pflanze wird je weiter nach Norden um so kleiner.

Der Unterschied zwischen Westen und Osten in der Belichtung wird durch den bewölkten Himmel hervorgerufen; im Westen ist der Himmel bewölkter als bei uns. Die mittlere Dauer der direkten Sonnenbestrahlung beträgt für Glasgow 2,9, für London 2,8, für Berlin 4,8, für Tiflis 6,3 Stunden. Deswegen sind im Westen die Erscheinungen eines unnormalen Wachstums und der Lagerung, die durch Lichtmangel bei dichtem Pflanzenbestand hervorgerufen werden, häufiger als bei uns.

Über den *Wasserverbrauch* der Getreidearten kennt man viele Beobachtungen und Versuche (Wollny, Werner, Hartig u. a.), die allerdings in der Mehrzahl der Fälle nicht dieselben Ergebnisse brachten, obgleich sie bezüglich des relativen Verbrauches übereinstimmen. Verschiedene Forscher lösten diese Frage auf verschiedene Weise. So macht Haberlandt folgende Mitteilungen über die Wasserverdunstung durch verschiedene Getreidearten während des Sommers:

Eine Pflanze verdunstete im Laufe des Sommers Wasser in g:

Hafer	2278	Sommerweizen	1180
Gerste	1236	Sommerroggen	835

Indem Haberlandt 1 Million Pflanzen auf den Hektar rechnet, drückt er die angeführten Zahlen in einer Wasserschicht in Millimetern aus, die von den Pflanzen verdunstet wird, dabei entstehen dieselben Zahlen ungefähr um das 10fache verringert. Indessen ist diese Umrechnung nicht ganz richtig gemacht worden; die Pflanzen, die im Felde und infolgedessen dichter stehen, verdunsten natürlich weniger als einzelnstehende Pflanzen. Außerdem darf man das Verhälntis „1 Million Pflanzen je Hektar" nicht auf sämtliche Getreidearten anwenden, weil in dieser Hinsicht große Schwankungen beobachtet werden. Es

wäre wohl richtiger, nicht die Pflanzen, sondern die Halme zu zählen, weil die Beziehung zwischen der Verdunstung und der Zahl der Halme je Hektar natürlich enger ist als die Beziehung zwischen Verdunstung und Pflanzenzahl (infolge der in den einzelnen Fällen verschiedenen Bestockungsfähigkeit). WERNER führt folgende Blattoberfläche der verschiedenen Getreidearten je Hektar an:

	Blattoberfläche in qm		Blattoberfläche in qm
Hafer	211000	Winterweizen	175000
Gerste	145000	Winterroggen	156000
Sommerweizen	137000		

Es sind Ergebnisse (wieder nicht sehr übereinstimmende) zur Berechnung der Wassermenge bekannt, die während der Vegetationsperiode auf 1 g Trockensubstanz der Pflanze verdunstet wird (*Transpirationskoeffizient*). Die Reihenfolge der Zahlen ist gewöhnlich dieselbe wie auch in den angeführten Versuchen, z. B.:

Getreidearten	verdunsten Wasser auf 1 g Trockensubstanz in Gramm nach den Versuchen von				
	HELLRIEGEL	SORAUER	W. W. WIENER[1]	SCHRÖDER[1]	
Hafer	400	570	—	391	I.
Gerste	330	430	—	470	
Sommerweizen	350	450	358	390	
Roggen	240	370	—	349	
Hirse	—	—	140	190	II.
Mohar	—	—	145	196	
Mais	—	—	—	168—189	

Am sparsamsten im Wasserverbrauch auf 1 g Trockensubstanz sind Mais, Hirse, Mohrenhirse und Mohar, weniger sparsam sind unsere nördlichen Getreidearten, besonders Hafer.

Ebenfalls stellt sich bei Umrechnung der Verdunstungsgröße auf die Einheit der Blattoberfläche heraus, daß die Hirsen $2^1/_2$mal weniger Wasser gebrauchen als die übrigen Getreidearten (SCHRÖDER). Es sei bemerkt, daß es wichtig ist, die Pflanzen unter gleichen Wachstumsbedingungen zu vergleichen, weil sich für ein und dieselbe Pflanze der Wasserverbrauch auf 1 g Trockensubstanz je nach der Bodenfeuchtigkeit, den Ernährungsverhältnissen usw. ändert. Hier folgt ein Beispiel aus unseren Kulturen mit Hafer[2]:

	Feuchtigkeit des Bodens 40 %	60 %	80 % der Wasserkapazität
Verdunstung auf 1 g ohne Düngung	402	483	505 g
„ „ 1 g mit Düngung	334	372	409 g

Auf diese Weise wird mit einer Düngung das Wasser besser ausgenutzt als ohne Düngung. Im übrigen aber wird die Feuchtigkeit von der Pflanze um so verschwenderischer ausgenutzt, je feuchter der Boden ist.

Der Hafer hat sich als anspruchvollste Getreideart der Feuchtigkeit gegenüber in den Versuchen von ADOLF MAYER gezeigt, in denen die Wirkung verschiedener Bodenfeuchtigkeit untersucht wurde; und zwar ist die höchste Ernte erhalten worden:

für Hafer bei 90 %
„ Weizen „ 80 %
„ Roggen „ 75 %
„ Gerste „ 62 %
} der Wasserkapazität des Bodens.

Hier wird unter Wasserkapazität nur die durch die Kapillarität veranlaßte verstanden. In den Versuchen von WOLLNY, der annahm, daß für die Getreidearten das Optimum bei

[1] Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje.

[2] Näheres siehe in der 3. Lief. d. Ber. üb. Vegetationsversuche. — Über weitere Arbeiten zur Erforschung des Transpirationskoeffizienten (von N. M. TULAIKOW, BRIGGS und SHANTZ u. a.) siehe im Buche von N. A. MAXIMOW: Physiologische Grundlagen der Dürrewiderstandsfähigkeit der Pflanzen. 1926.

40—60 % liegt, wurde die Wasserkapazität anders bestimmt. Es gibt auch andere Ursachen, welche die Zahlenunterschiede bei den verschiedenen Autoren hervorrufen[1].

Eine verschiedene Verdunstungsgröße wird auch bei verschiedenen Sorten derselben Art beobachtet, wobei nach KOLKUNOW der Wasserverbrauch mit der Einrichtung der Spaltöffnungen in Verbindung steht. Die Spaltöffnungen sind bei den Xerophyten kleiner, z. B. (s. nebenstehende Tabelle).

	Transpirationskoeffizient	Länge der Spaltöffnungen μ
Elsässer Weizen .	566	94,0
Dänischer Hafer .	459	72,8
Weizen (Ulka) . .	437	68,2
Orenburger Hirse .	159	35,2

Außer auf die Gesamterntemasse wirkt die Bodenfeuchtigkeit auch auf das gegenseitige Verhältnis in der Entwicklung der Organe.

Häufig wird die Meinung angetroffen, daß bei steigendem Feuchtigkeitgehalt des Bodens das Korn- und Strohverhältnis sinkt. Sieht man aber von den Feuchtigkeitsgraden ab, die oberhalb des Optimums liegen, so findet eine solche Behauptung nicht immer ihre Bestätigung. Man muß hier 2 Fälle unterscheiden: 1. Wenn der Boden sehr reich an Nährstoffen ist und 2. wenn Mangel an solchen auftritt. Bei großer Feuchtigkeit bestocken sich die Pflanzen stärker, sie bilden eine größere Zahl Halme und Ähren; deswegen haben sie ein größeres Stickstoff- und Phosphorsäurebedürfnis zur Bildung der Körner. Kann der Boden diese Ansprüche nicht befriedigen, so entwickelt sich das Korn nicht in der erforderlichen Weise, das Verhältnis von Korn zu Stroh sinkt. Ist dagegen kein Mangel an Nährstoffen vorhanden, so sinkt das Verhältnis von Korn zu Stroh nicht.

Dasselbe gilt auch für die Behauptung, daß mit dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens auch das absolute Korngewicht sinkt (GAIN). Es seien hier Beispiele für die entgegengesetzte Wirkung aus Versuchen des Verfassers[2] mit Weizen auf Schwarzerdeböden angeführt:

Feuchtigkeit des Bodens %	30	40	50	60	70 der Wasserkapazität
Ertrag . . . . . g	18,2	31,3	50,9	58,2	88,5
Korn in der Ernte . . %	33,6	41,0	37,3	43,7	45,7
1000 Korngewicht. . . g	23,0	24,7	24,4	26,4	29,4

Herrscht aber Mangel an mineralischen Nährstoffen, so wird das Korngewicht unter der Einwirkung der Feuchtigkeit natürlich sinken. Dasselbe wird bei Überschreitung des Optimums der Feuchtigkeit der Fall sein.

Auf die *Blattentwicklung* übt die Feuchtigkeit gewöhnlich eine günstige Wirkung aus, indem sie sowohl die Länge als auch die Breite der Blattspreite vergrößert. Für das *Wurzelsystem* wird häufiger das Gegenteil beobachtet; jedenfalls sinkt seine Entwicklung gewöhnlich mit zunehmender Feuchtigkeit.

Die Feuchtigkeit wirkt auch auf die *chemische Zusammensetzung* der Ernte. Weiter oben wurden Zahlen angeführt, die zeigten, daß Körner, die in feuchterem Klima ausgebildet wurden, ärmer an stickstoffhaltigen Substanzen sind und umgekehrt.

Körner dagegen, die in verschiedenem Klima aufgewachsen sind, sind auch auf verschiedenartigen Böden gewachsen. Um die Wirkung der Feuchtigkeit im einzelnen verfolgen zu können, setzten wir im Jahre 1891 Kulturen in gleichen Gefäßen und mit demselben Boden in gleicher Menge aber bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt an. Es stellte sich heraus:

Feuchtigkeit des Bodens (% der ganzen Wasserkapazität) .	40	50	60	70
N-Gehalt in den Körnern . . . . . %	3,0	2,70	2,50	1,84

[1] Siehe PRJANISCHNIKOW: Über die Wirkung der Feuchtigkeit u. a. J. exper. Landw. 1900.
[2] Annal. d. Akad. in Petrowsko-Rasumowskoje 1891.

Dies war sozusagen eine Bestätigung der früher zitierten Untersuchungen von Laskowsky.

Dasselbe wurde von uns in Kulturen mit Hafer im Jahr 1900 beobachtet[1] (s. nebenstehende Tabelle).

Feuchtigkeit %	N- im Korn %	N- im Stroh %
20	2,55	0,88
40	1,55	0,31
60	1,35	0,33
80	1,23	0,27

Aber die Bedingungen und Verhältnisse, unter denen der Versuch ausgeführt worden ist (gleiche Bodenmenge und infolgedessen gleiche Nährstoffmenge in jedem Gefäß), berechtigen noch nicht, die Schlußfolgerung als allgemein und endgültig hinzustellen, weil sich in solchen Versuchen die Pflanzen streng genommen unter verschiedenen Ernährungsverhältnissen befinden. Die Sachlage ist doch die, daß in Gefäßen mit größerer Feuchtigkeit mehr Körner ausgebildet werden; infolgedessen steht jedem Korn naturgemäß eine geringere Nährstoffmenge, somit auch weniger Stickstoff, zur Verfügung; diejenigen Körner aber, die unter Feuchtigkeitsmangel aufgewachsen waren, hatten im Verhältnis einen Nährstoffüberfluß an Stickstoff. Ist es deswegen nicht möglich, daß dieser Umstand an der Veränderung des Stickstoffgehaltes, wie sie beim Übergang vom Westen nach Osten beobachtet wird, beteiligt ist, d. h. wird nicht das Sinken des Gehaltes an Eiweißstoffen in den Körnern von einem feuchten Boden gerade dadurch bedingt, daß in diesem Falle auf jedes Korn eine geringere Nährstoffmenge entfällt? Man hat hier auch in der Natur ähnliche Verhältnisse: Im Westen z. B. erhält man von einer Flächeneinheit größere Erträge als im Osten. Daß sich aber der Eiweißgehalt im Korn in Abhängigkeit vom Überschuß oder vom Mangel an Stickstoff ändert, zeigt ein direkter Versuch: So erhielten Bussengau und Ritthausen in ihren Versuchen durch Stickstoffgaben glasigere Körner mit einem hohen Gehalt an Stickstoffsubstanzen als ohne Düngung; oder z. B. bei uns brachten die Kulturen im Jahre 1896 ähnliche Ergebnisse für Gerste:

Je Gefäß wurde Salpeter gegeben . . . . . mg	60	121	242	484
Die Körner enthielten Stickstoff . . . . . %	1,46	1,50	1,85	2,09

Mit obigen Ausführungen hängt auch der Umstand zusammen, daß für einzelne Gebiete in Regenjahren höhere Kornerträge mit geringem Stickstoffgehalt in den Körnern beobachtet werden, und umgekehrt in trockenen Jahren niedrigere Erträge mit gesteigertem Eiweißgehalt[2].

Bei relativem Feuchtigkeitsmangel werden nicht nur die Körner prozentual eiweißreicher sondern auch das Stroh. Schon das Äußere des Pflanzenstrohes, das unter verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnissen ausreift, ist verschieden: Unter günstigen Feuchtigkeitsverhältnissen sterben die Blätter ab, und das Stroh wird gleichzeitig mit der Kornreife gelb; die Körner reifen unter solchen Verhältnissen sehr gleichmäßig. Bei geringer Feuchtigkeit scheinen die Blätter und die Halme im Augenblick der Körnerreife grüner[3], als wenn die Ablagerung der Eiweißstoffe in den Körnern erschwert wäre und nicht vollkommen vor sich ginge. So enthielt das Stroh:

[1] Siehe Prjanischnikow: Ergebnisse der Vegetationsversuche des Jahres 1899 u. 1900, 41.

[2] Siehe z. B. W. A. Chartschenko: Vergleiche und Analysen. Nachr. d. Inst. 1903. — Auf salzhaltigen Böden ist der Weizen stickstoffreicher als auf normalen Böden (Station Besentschuk).

[3] Man kann nur dann von Versuchen sprechen, wenn die Pflanzen unter verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnissen stehen, Licht und Wärme aber gleichmäßig verteilt sind.

Versuch von Seelhorst				Versuch von P. A. Sadyrin
bei geringer Feuchtigkeit	1,16 % Stickstoff	bei 20 %	Sättigung	1,17 % Stickstoff
,, mittlerer ,,	0,75 % ,,	,, 40 %	der Wasser-	0,65 % ,,
,, höherer ,,	0,68 % ,,	,, 60 %	kapazität	0,47 % ,,

In Verbindung hiermit steht auch die Beobachtung der Landwirte, daß in trockenen klaren Jahren das Stroh bei geringeren Erträgen an Futterwert mehr gewinnt als in feuchten Jahren. Dasselbe ist auch in kontinentalem Klima der Fall (in Rußland, vor allem im östlichen Teil); das Stroh muß sich hier ebenfalls durch einen höheren Nährstoffgehalt auszeichnen als im feuchten Klima (Westeuropa). Für die stickstofffreien Substanzen besitzen wir sehr wenig Ergebnisse. Man kann noch anführen, daß in den Versuchen von Mayer die Pflanzen, die unter großer Feuchtigkeit aufwuchsen, mehr Rohfaser enthielten als bei geringerer Feuchtigkeit.

Über die Wirkung der Bodenfeuchtigkeit auf die *Länge der Vegetationsperiode* nimmt man allgemein an, daß Bodenfeuchtigkeit die Reife verlangsamt, Trockenheit dagegen beschleunigt. Dies findet sozusagen seine Bestätigung in der Tatsache, daß die Ernte in trockenen Jahren früher beginnt als in Regenjahren.

Stellen wir aber einen Spezialversuch an, indem wir den Boden in verschiedenen Gefäßen (oder Parzellen) verschieden feucht halten, die Beleuchtungs- und Temperaturverhältnisse aber gleichmäßig belassen, so bemerken wir, daß, wenn auch eine gewisse geringe Verschiebung in der Zeit der einzelnen Vegetationsphasen eintritt, diese sich doch nicht in der erwarteten Richtung bemerkbar macht. Früher beginnen diejenigen Pflanzen zu blühen und zu reifen, denen eine optimale Feuchtigkeit im Boden zur Verfügung stand; die anderen bleiben zurück. Dies läßt die Vermutung zu, daß in der Natur die Reife nicht durch Trockenheit, sondern durch erhöhte Licht- und Wärmemengen beschleunigt wird, welche den Pflanzen in trockenen Jahren zur Verfügung stehen, weil die Anfeuchtung des Bodens (Regen) in der Natur mit einem Sinken des Licht- und Wärmezuflusses — d. h. mit bewölktem Himmel — verbunden ist und umgekehrt. Wollny stellte Versuche an, um zu erfahren, in welchen Entwicklungsstadien die Getreidearten am meisten Wasser verlangen. Er wechselte die Feuchtigkeit (in Prozent der Wasserkapazität) zwischen 20—60 % in verschiedenen Zeitabschnitten. Die Ergebnisse zeigten, daß die Getreidearten am wenigsten Wasser in der ersten (von der Bestockung bis zur Ährenbildung) und in der dritten Periode (von der Blüte bis zur Reife) gebrauchen. Man kann dies aber nicht als besonders vielsagend ansehen. Das Ergebnis ist eine Folge verschiedener absoluter Verdunstungsgrößen von Tag und Nacht zu verschiedenen Zeitabschnitten; die Verdunstung nahm mit der Vergrößerung der Verdunstungsoberfläche zu.

Es ist interessant, die Wirkung der wichtigsten Faktoren, der *Wärme und der Feuchtigkeit in ihrer Wirkung auf die Erträge* der Getreidearten in den verschiedenen Gebieten Rußlands nebeneinanderzustellen, weil ein und derselbe Faktor sowohl im positiven als auch im negativen Sinne wirken kann, je nach dem Verhältnis zu den anderen Faktoren. A. F. Fortunatow[1] stellte einen solchen Vergleich für das Gouvernement Moskau auf, wobei er die Angaben der meteorologischen Station und der Farm der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje verwandte. Es stellte sich heraus, daß, wenn man für die 20 Jahre (1869—1888) für jedes Jahr die mittlere Temperatur für die Zeit, während welcher der Roggen auf dem Felde steht, errechnet (vom August bis Juli) und dann die Jahre nach diesen Temperaturen in 4 Gruppen einteilt (zu je 5 Jahren), so erhält man folgende Rangordnung:

[1] Siehe A. F. Fortunatow: Roggenerträge des europäischen Rußland.

Fünf Jahre mit Temperaturen:

1. über 4,75° C . . .	28,7 hl/ha	3. von 3—4° C . . .	25,0 hl/ha
2. von 4—4,75° C . .	26,1 „	4. unter 3° C	23,5 „

Also sind die wärmeren Jahre auch die ertragreicheren. Teilt man nachher die Jahre wiederum zu 5 Jahren nach der Niederschlagsmenge ein, so ändern sich die Erträge in den erhaltenen Jahrfünften folgendermaßen:

Fünf Jahre mit:

1. feuchte Jahre	23,8 hl/ha	3. wenig trockene Jahre .	26,1 hl/ha
2. wenig feuchte Jahre .	24,1 „	4. trockene Jahre	29,7 „

Ähnliche Mitteilungen machte auch Graf Olsufjew für sein Gut im Gouvernement Moskau. Er gruppierte die Jahre nach den Erträgen und rechnete für die erhaltenen Gruppen die Niederschlags- und Wärmesummen für das erste Entwicklungsstadium des Roggens aus, d. h. für die Zeitspanne vom Wachstumsbeginn im Frühjahr bis zum Schossen:

	Niederschläge in mm	Temperatursummen	Verhältnis der Temperatur zu d. Niederschlägen
Jahresgruppe der guten Erträge (13,3 dz/ha)	33,0	348	11,3
Jahresgruppe d. mittleren Erträge (8,4 dz/da)	44,6	288	6,5
Jahresgruppe d. schlechten Erträge (4,9 dz/ha)	88,8	278	4,3

Wir sehen also, daß im Gouvernement Moskau und folglich aller Wahrscheinlichkeit nach auch in der ganzen nördlichen Hälfte Rußlands die Roggenernte in warmen und trockenen Jahren steigt und in kühleren und feuchten Jahren sinkt. Im Schwarzerdegebiet Rußlands treffen wir auf ganz andere Verhältnisse. Als Beispiel kann man die Mitteilungen von A. N. Karamsin[1] (Gouvernement Samara, Kreis Buguruslan) anführen, die der Verfasser 1890 zu einigen Vergleichen benutzt hatte. So wurden beim Roggen folgende Zahlen erhalten:

	Wärmesummen in °C für das Frühjahr	Wärmesummen in °C für Frühjahr + Sommer	Niederschlagssummen in mm Frühjahr + Sommer
Jahr mit guten Ernten (mittel 18 hl/ha) . .	533,3	1475,5	221,5
Jahr mit mittleren Ernten (mittel 14 hl/ha)	587,9	1612,4	137,2
Jahr mit schlechten Ernten (mittel 7,0 hl/ha)	643,5	1646,5	127,1

Hier hat sich eine direkte Abhängigkeit der Ernte von den Niederschlagsmengen gezeigt und eine umgekehrte von den Temperatursummen. Die Temperatursumme, die dem Roggen im Gouvernement Samara zur Verfügung steht, stellt sich im Vergleich mit anderen Gegenden als sehr hoch heraus. Sie beträgt im Durchschnitt für 9 Jahre 2470°. Dieser Wärmeüberschuß, der an sich überflüssig ist, ist deshalb schädlich, weil er den Wasserverbrauch in hohem Maße steigert — den Verbrauch eines Vegetationsfaktors, der dort gewöhnlich im Minimum vorhanden ist.

Es muß übrigens hinzugefügt werden, daß ähnliche Vergleiche, die für andere Orte des Schwarzerdegebietes für größere Zeitabschnitte aufgestellt wurden, einen Zusammenhang der Roggenerträge nicht nur (oder sogar nicht so viel) mit den Frühjahrs- und Sommerniederschlägen, sondern auch mit den Herbstniederschlägen oder mit der Summe der Frühjahrs- und Herbstniederschläge gezeigt haben[2]. Eben-

[1] Siehe den Aufsatz in Nachr. d. russ. Landw. 1890

[2] Siehe z. B. die Zusammenstellung von A. P. Lewizky für das Dorf Alexejewskoje im J. exper. Landw. 1900. — Ferner den Aufsatz von Prof. Brounow: Landwirtschaftliche Meteorologie in der Enzyklop. v. Devrient. — Arb. d. Bur. d. landw. Meteor. und einige andere mehr.

falls bemerkt man auch beim Hafer in den einen Fällen einen Zusammenhang mit den Herbstniederschlägen, in den anderen mit dem Wetter zur Zeit des Schossens. Diese Nichtübereinstimmung kann u. a. auch davon abhängen, daß die Bodenfeuchtigkeit für die Wasserversorgung der Pflanzen eine Rolle spielt und nicht die Niederschläge selbst. Die Bodenfeuchtigkeit aber hängt, abgesehen von den Niederschlägen, auch von den Maßnahmen der Bodenbearbeitung ab. Deswegen kann man denken, daß ein Zusammenhang mit den Niederschlägen um so leichter beobachtet wird, je primitiver die Bearbeitung ist. Es ist aber so, daß die Verbindung zwischen den Erträgen und Niederschlägen um so komplizierter wird, je vollkommener die Bodenbearbeitung und je stärker die Wirkung derselben auf die Feuchtigkeitsersparnis im Boden ist[1].

Wenn man sämtliche Ausführungen über das Klima in Betracht zieht, muß man schließen, daß sowohl die östlichen wie die westlichen, die nördlichen wie die südlichen Länder ihre eigenen Sorten haben müssen, die für das betreffende Klima besonders geeignet sind. Dies ist auch der Fall. Unsere Getreidearten sind einem kurzen Sommer, Dürren und heißen Winden mehr angepaßt als westeuropäische Sorten. Ebenso weisen die nördlichen Getreidearten gegenüber den südlichen ihre gewissen Besonderheiten auf.

7. Das Verhalten der Getreidearten zu Boden und Düngung.

Im Vergleich zu den früher betrachteten Pflanzen, den Wurzel- und Knollenfrüchten führen die Getreidearten in ihren Ernten aus dem Boden weniger Nährstoffe aus. Zur Bestätigung dieser Tatsache genügen folgende Zahlen (in Kilogramm je Hektar):

	N kg	P_2O_5 kg	K_2O kg	CaO kg
Getreidearten (bei einer Ernte von 27 dz/ha mit der entsprechenden Strohmenge) . .	86	38	83	22
Kartoffeln (180 dz/ha)	105	40	171	63
Zuckerrüben (360 dz/ha)	202	79	255	92
Futterrüben (720 dz/ha)	211	67	290	54

Diese Zahlen haben relative Bedeutung; absolut betrachtet sind die Mengen der dem Boden entzogenen Substanzen unter den verschiedenen Verhältnissen je nach der Höhe der Ernten recht verschieden.

Die Zahlen über den Verbrauch an Nährstoffen durch die verschiedenen Getreidearten wollen wir hier nicht erwähnen, weil sie nicht charakteristisch genug sind. Die Unterschiede sind nicht groß und die Schwankungen, die von den Wachstumsbedingungen abhängen, verdunkeln die Wirkung der Pflanzennatur[2].

Aber gleicher Nährstoff*verbrauch bedeutet noch nicht gleiche Reaktion auf Düngung*, weil die Ansprüche der einzelnen Getreidearten an die Nährstoffe von vielen Ursachen, wie z. B. von der Wurzelentwicklung, von den Eigenschaften der Oberfläche abhängen und sich stark ändern. Je stärker das Wurzelsystem entwickelt und je größer seine Aufnahmefähigkeit ist, desto leichter nimmt die Pflanze mit einem Mangel an leichtlöslichen Nährstoffen vorlieb. Ferner sind sie abhängig von der Länge der Vegetationsperiode. Je länger diese ist, desto weniger Nährstoffe verlangt die Pflanze in der Zeiteinheit; ferner von der Unregelmäßigkeit der Ansprüche in den verschiedenen Entwicklungsstadien: Wird in einem Entwicklungsstadium eine verstärkte Nahrungsaufnahme beobachtet,

[1] Siehe den Aufsatz von A. I. Stebut: Z. Landw. 1904.

[2] Siehe die Zusammenstellung solcher Angaben z. B. im Buche von Prof. Sleskin: Die Getreidearten, S. 98.

so verlangt die Pflanze einen größeren Nährstoffvorrat, als wenn dieselbe Nährstoffmenge gleichmäßig im Laufe der ganzen Vegetation der Pflanze verbraucht wird usw. Wir wollen diese Ursachen etwas näher betrachten.

Bei der Betrachtung der Massen*entwicklung des Wurzelsystems* wird bei den verschiedenen Getreidearten ein Unterschied im Entwicklungsgrad des Wurzelsystems und seiner Aufnahmeoberfläche festgestellt. So fanden WERNER und BLOMEYER, als sie aus gewissen Feldstücken Wurzelreste ausgruben und ihr Gewicht auf 1 ha umrechneten, folgende Zahlen:

	nach WERNER Wurzelreste kg	nach BLOMEYER Wurzelreste kg
Hafer erzeugt je Hektar	3725	1339
Gerste erzeugt je Hektar	2226	924
Winterroggen erzeugt je Hektar . . .	5887	2014
Winterweizen erzeugt je Hektar . . .	3888	1369

Wie wir sehen, sind die Ergebnisse der absoluten Größe nach nicht gleichmäßig, stimmen aber in ihrer Aufeinanderfolge überein. Das Wurzelsystem des Hafers ist stärker als das der Gerste, das des Roggens wieder stärker als das des Weizens. Dementsprechend stellt Weizen höhere Ansprüche an die Bodenfruchtbarkeit als Roggen und Gerste höhere als Hafer. Die Eigenschaften der Wurzeln der Getreidearten kann man im allgemeinen dadurch charakterisieren, daß ihre *Aufnahmefähigkeit* im allgemeinen weniger entwickelt ist im Vergleich mit den Wurzeln des Buchweizens, des Senfs und einiger Leguminosen. Wie sich aber diese Fähigkeit bei den einzelnen Getreidearten ändert, kann man nicht sagen, weil die diesbezüglichen Ergebnisse recht unvollständig sind. Vorläufig hat man noch keine Beweise dafür, daß die Roggenwurzeln eine größere Aufnahmefähigkeit besitzen als die Wurzeln des Weizens, daß die Haferwurzeln in dieser Hinsicht die Wurzeln der Gerste übertreffen. Aber abgesehen von den obenerwähnten Unterschieden in der Entwicklung des Wurzelsystems kann die größere Anspruchslosigkeit des Hafers auch noch von der (mit der Gerste verglichen) längeren Vegetationsperiode abhängen, die es ermöglicht, bei gleicharmer Nährstoffquelle im Laufe eines längeren Zeitabschnittes mehr Nährstoffe aufzunehmen. Es sei noch bemerkt, daß wir in Wasserkulturversuchen Hinweise dafür besitzen, daß sich der Hafer mit geringerer Nährstoffkonzentration in der Lösung begnügt als Gerste. Der Unterschied im Nährstoffverbrauch dieser Pflanzen wird noch dadurch erklärt, daß sich der Hafer mit einer *gleichmäßigen* Ernährung im Laufe seiner ganzen Vegetationsperiode begnügt; die Gerste dagegen verlangt eine verstärkte Ernährung vor allem in ihrer ersten Entwicklungsperiode. So verbraucht die Gerste nach LIEBSCHER vom Keimen bis zum Schossen 55 mg Stickstoff je Tag, der Hafer 39 mg; später sinkt der Stickstoffverbrauch der Gerste. LIEBSCHER drückte den Nahrungsverbrauch der Pflanzen in den verschiedenen Entwicklungsstadien durch Kurven aus, die auf folgende Weise erhalten wurden: Auf der Abszissenachse trug er die verschiedenen Entwicklungsstadien von der Keimung bis zur Vollreife auf. Auf den entsprechenden Ordinaten trug er die Menge der aufgenommenen Nährstoffe auf (in Prozenten des Gesamtverbrauches ausgedrückt). Bei solchen Vergleichen stellte sich heraus, daß z. B. bei der Gerste der Kaliverbrauch in den ersten Entwicklungsstadien schneller vorwärts schreitet als die Aneignung und Anhäufung von Trockensubstanz (wiederum in Prozenten der Gesamtgröße gerechnet), was anfänglich in dem Ansteigen der Kalikurve der Assimilationskurve gegenüber zum Ausdruck kommt. Für Hafer dagegen steigen die Kurven der Trockensubstanzzunahme und des Nährstoffzuflusses aus dem Boden regelmäßiger und unter sich ausgeglichener an. Die erwähnte

Eigentümlichkeit der Gerste benutzt Liebscher dazu, die starke Reaktion der Gerste auf leichtlösliche Düngemittel zu erklären[1].

Teils aus ihren Nährstoffansprüchen, teils aus ihrem Verhalten gegen die Feuchtigkeit lassen sich die Ansprüche der Getreidearten dem *Boden* gegenüber ableiten. In dieser Hinsicht werden die Getreidearten eingeteilt: (angefangen mit der anspruchsvollsten) Weizen, Gerste, Hirse, Roggen, Hafer. Der Weizen als anspruchsvolle Pflanze, sowohl was Nährstoffe als auch Feuchtigkeit anlangt, zieht fruchtbarere, bindige und feuchte Böden vor. Sandböden eignen sich mehr für Roggen. Der Hafer kann auf allen Böden angebaut werden (natürlich mit verschiedenen Ergebnissen); auf Sandböden gedeiht er aber doch nicht so gut wie Roggen; dagegen verträgt er die Neigung des Bodens zu versumpfen verhältnismäßig besser als Roggen[2]. Die Gerste verlangt im Vergleich zu Roggen und Hafer reichere, bindigere und feuchtere Böden. Ein mäßiger Kalk- und Humusgehalt wirkt auf die Getreidearten günstig, weil jene überhaupt auf die Bodeneigenschaften günstig einwirken. Neuland gegenüber verhalten sich die Getreidearten je nach dem Boden verschieden. Während man in Westeuropa und in unserer Region der Waldböden auf solchen Böden gewöhnlich Hafer anbaut, seltener Roggen und niemals Weizen, werden im Schwarzerdegebiet umgekehrt die anspruchvollsten Sommergetreidearten angebaut, Sommerweizen und Hirse.

Die Frage nach der *Düngung des Bodens* zu Getreide gewinnt bei uns in letzter Zeit immer größere Bedeutung, weil die Möglichkeit, im Schwarzerdegebiet in den Gebieten der alten Kultur befriedigende Getreideernten ohne Düngung zu erzielen, der Vergangenheit angehört. So gelangte die Versuchsstation Charkow in letzter Zeit zu dem Ergebnis, daß *„eine Düngung unserer Wintergetreidearten auf der Schwarzerde viel wichtiger ist als eine frühe Umlegung der Brache"*.

Der Mehrertrag durch Düngung betrug im Durchschnitt während 10 Jahren 7,8 dz/ha, durch eine frühe Furche 3,9 dz/ha (bei 12 dz/ha Ertrag einer Spätbrache ohne Düngung).

Ende des 19. Jahrhunderts wurde es als anerkannter Grundsatz angesehen, daß die Wirkung der Düngung auf dem Schwarzerdeboden im Vergleich zu der Bearbeitung zurücktritt; in den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde im Gouvernement Charkow die Stallmistanwendung sogar für schädlich gehalten. Jetzt dagegen scheint der Stallmistmangel ein Haupthindernis zur Hebung der Erträge der Getreidearten in einem größeren Teil des Schwarzerdegebietes zu sein; desto mehr gilt dies für das Gebiet der Waldböden.

Die Getreidearten reagieren, wie sämtliche Gramineen, auf stickstoffarmen Böden stark auf eine *Stickstoffdüngung* (infolgedessen vorzugsweise im Gebiet der Waldböden Rußlands). Bei Anwendung stickstoffhaltiger Düngemittel wird eine Steigerung des Eiweißgehaltes in den Körnern beobachtet, was bei allen Getreidearten gewöhnlich erwünscht ist; eine Ausnahme bildet die Braugerste. Im Westen ist der Salpeter das übliche Stickstoffdüngemittel, und die Praxis hat gewisse Regeln seiner Anwendung herausgearbeitet; wie z. B. die Gabe der ersten Hälfte im Herbst, der zweiten Hälfte im Frühjahr bei der Düngung zur Winterung, um das Auswaschen zu vermeiden usw. Für uns sind die Ergebnisse für Salpeter insofern interessant, weil der Salpeter überhaupt als Urbild der Wirkung der Stickstoffdüngemittel angesehen werden kann und an ihm die Wirkung des Stickstoffüberflusses erforscht worden ist; es ist gleichgültig, ob dies der Stick-

[1] Liebscher: J. Landw. 1887. — Aus späteren Arbeiten, die bei uns ausgeführt worden sind, seien hier die Mitteilungen von N. M. Tulaikow und von B. A. Tschischow: J. exper. Landw. f. d. niedere u. mittl. Wolgagebiet 1926 erwähnt.

[2] Diese alten Beobachtungen der Landwirte finden jetzt eine Erklärung in physiologischen Ergebnissen; Hafer zeigt sich weniger empfindlich gegen Säure als andere Getreidearten.

stoff des Stallmistes oder des Klees ist, der schließlich doch in Nitratstickstoff übergeht. Es ist bekannt, daß Stickstoffdüngungen eine verstärkte Bestockung hervorrufen; sie begünstigen überhaupt die Entwicklung vegetativer Organe. Bei einseitiger Stickstoffanwendung kann man eine große Strohernte und einen verhältnismäßig geringen Kornertrag erhalten, weil bei sehr großer Halmzahl nicht genügend Phosphorsäure zur Körnerbildung vorhanden ist. Es ist möglich, daß erhöhte Verdunstung *Wassermangel* zur Zeit der Körnerbildung herbeiführt oder die Bildung einer sehr großen Halmzahl ruft eine gegenseitige Beschattung und Lager hervor. Wagner behauptet fest, daß die erwähnten Folgen gar nicht unbedingte Begleiterscheinungen der Salpeteranwendung zu sein brauchen, sondern daß die *Zeit* der Salpeteranwendung die Wirkung bedingt. Wendet man ihn nur dann an, wenn die Zahl der Halme schon bestimmt ist, so kann er nur die Ausbildung der Körner und nicht diejenige des Strohes begünstigen. In der Praxis wird der Salpeter aber gewöhnlich in den ersten Entwicklungsstadien der Pflanze gegeben, weil das Ausstreuen des Düngemittels auf das bereits geschoßte Getreide sehr umständlich ist. Eine solche Düngung wirkt nur dann, wenn unmittelbar darauf Regen fällt. Schließlich ist der Koeffizient der Düngerausnutzung bei später Gabe nicht hoch. Deswegen muß man den weiter oben erwähnten Folgen des einseitigen Stickstoffüberschusses in der Düngung Rechnung tragen.

Während Westeuropa für starke Stickstoffdosen großes Interesse zeigt, haben wir uns, mit minimalen Gaben konzentrierter Düngemittel zu beschäftigen (Salpeter, Hornspäne, Blutmehl, Baumwollsaatkuchen) oder sie durch den Anbau von *Stickstoffsammlern*, der für das Gebiet der Waldböden besonders wichtig ist, zu ersetzen. Hier treten außer dem Kleebau zwei Maßnahmen hervor: 1. Lupinenanbau in der Brache zur Gründüngung, 2. Serradella als Untersaat zu Roggen und Unterpflügen dieser Gründüngung im Herbst zur nächsten Sommerung.

Die Wirkung untergepflügter Lupinen auf Roggen macht sich sogar ohne Anwendung mineralischer Düngemittel (Phosphorit, Asche) oft durch eine *Verdoppelung des Ertrages* bemerkbar, wie aus folgendem Beispiel hervorgeht[1]:

	ungedüngt, dz/ha	nach Lupinen dz/ha
Auf Sandboden des Kreises Krolewez	6,0	12,7
„ leichtem, lehmigem Sandboden des Kreises Ostrow . . .	6,3	22,2
„ „ Lehmboden des Kreises Krolewez	9,0	20,5
„ lehmigem Sand des Kreises Sosniza	9,0	14,5
„ sandigem Lehm des Gouvernements Nowgorod-Severni . .	3,0	7,2

Außer dem Lupinenbau in der Brache zur Düngung ist im Gouvernement Tschernigow und in den noch mehr westlich und südlich davon gelegenen Gouvernements nach der Roggenernte eine Stoppelsaat der Lupine möglich. Die dann im September untergepflügte Lupinenmasse dient als Düngung zur Sommerung; hierdurch ist eine Bestellung der Brache mit Kartoffeln möglich.

Mit Serradella hat man ebenfalls günstige Ergebnisse in den westlichen Gouvernements erzielt; sie ist schon bei den Bauern der westlichen Gouvernements bekannt (in den Gouvernements Kowno, Minsk, Tschernigow und teils auch Homel).

[1] Siehe Kulshinsky: Bericht über die Versuche des Gouvernements Tschernigow. 1914. — Alexejew: Lupinendüngung als Grundlage der Sandwirtschaft. Von ihm auch: Serradella (Nowosybkow 1920); desgleichen: Lupine, Serradella und mineralische Düngemittel. 1923.

In Nordrußland ist auch der Anbau einer 1jährigen (blauen) Lupine in der Brache möglich, jedoch muß man die Samen aus südlicheren Gebieten beziehen. Im Norden können nur die Samen mehrjähriger Lupinen (Lupinus polyphyllus) ausreifen, die auf dem außer Benutzung stehenden Schlag angebaut werden können (etwa für 8 Jahre). Hat diese Lupine erst Wurzeln gefaßt, so bringt sie im Jahr 2 Ernten an grüner Masse. Davon kann die erste auf das Brachfeld gefahren und als Düngung zu Roggen untergepflügt, die zweite kann als Düngung zur Sommerung bei der Herbstfurche benutzt werden[1].

Außer den Stickstoffsammlern ist der Torf eine wichtige Stickstoff-Quelle für den Norden (s. weiter unten über die Vermehrung der Stallmistmenge durch Torf).

Die Düngung des Bodens mit *Phosphorsäure* (wenn sie überhaupt eine Wirkung ausübt) hat gewöhnlich günstige Ergebnisse zur Folge (häufig wird das Verhältnis: Korn zu Stroh gesteigert), weil sich gerade die Phosphorsäure in der Mehrzahl der Fälle im Boden im Minimum befindet. Die Auswahl der Düngemittel hängt vor allem vom Boden ab. So kann man das Phosphorit nur auf sauren oder auf basenarmen Böden anwenden, das Superphosphat dagegen auf an basischen Verbindungen reichen Böden. Thomasmehl ist ein mehr universelles Düngemittel. Das Düngemittel wird um so eher untergebracht, je weniger löslich es ist und je mehr es einer Einwirkung des Bodens bedarf.

Die Wirkung der Phosphate auf die Getreidearten zeigt sich mit größter Regelmäßigkeit auf Schwarzerdeböden. Für Böden der Waldregion ist die Beseitigung des Stickstoffminimums (Kleefonds) eine ergänzende Bedingung. Ein Beispiel für eine ständige große Ertragssteigerung mit Hilfe des Superphosphates auf Schwarzerdeböden haben wir in den Ergebnissen der Versuchsstation Charkow (10jährige Durchschnitte):

	ungedüngt	Salpeter	Superphosphat	Stallmist[2]
Roggenernte nach Vollbrache	77	77	128	134

Auf der Versuchsstation Nosowk wird eine bedeutende Wirkung des Superphosphates beobachtet, wenn dem Roggen Klee vorangegangen ist. Für das Gebiet der Waldböden wollen wir ein Beispiel aus den Versuchen des Landstandes Perm auf bäuerlichen Feldstücken (Durchschnitt von 130 Versuchen) anführen:

	ungedüngt dz/ha	Superphosphat dz/ha	Thomasmehl dz/ha
Roggenernte	7,5	12	11,3
Nachwirkung auf Klee (3 Erntejahre)	70,3	109	97,5[3]

Jetzt kennt man andere Ergebnisse, die eine andere Erklärung der Tatsache, daß Phosphoritmehl vorzugsweise zu Winterung gegeben wird, erlauben. Hier handelt es sich nicht so sehr um die kurzfristige Berührung mit dem Boden bei einer Düngung der Sommerung als um den Stickstoffmangel, worunter die Sommerung chronisch zu leiden hat.

Der Mangel an Superphosphat und seine hohen Preise zwingen uns, bei der Frage der Düngung der Getreidearten unser Interesse dem Phosphoritmehl zuzuwenden. Die Versuche der Stationen Engelhardtowo und Schatilowo haben gezeigt, daß das Phosphoritmehl bei genügendem Feinheitsgrad und bei einer

[1] Prjanischnikow: Lupine, Phosphorit und Asche als Stallmistersatz auf armen Böden. — Es ist auch möglich, diese Lupine mit Hafer als Untersaat anzubauen und im folgenden Sommer zur Düngung des Brachefeldes unterzupflügen.

[2] Roshdestwensky u. Saslawsky: Hauptsächlichste Folgerungen u. a. 1924.

[3] W. N. Wargin: Ergebnisse der Arbeiten der Versuchsfelder des Uralgebietes. 1924.

2—3fachen Phosphorsäuredosis das Superphosphat nicht nur auf Böden des Gebietes der Waldböden, sondern auch auf Übergangsböden zur Schwarzerde ersetzen kann. Es bringt manchmal eine Ertragssteigerung von 1 dz Körner je Doppelzentner Phosphorit (aus Smolensk oder Brjansk) bei einer Phosphoritgabe von 6 dz je Hektar.

Es folgt hier ein Beispiel einer starken Phosphoritwirkung auf Ödland, wobei der Boden sehr humusarm war (Station Engelhardtowo):

	Erntezuwachs[1]	
	dz/ha	%
Phosphorit (5,4 dz/ha)	+ 6,3	+ 84,9
Thomasmehl (3,6 dz/ha)	+ 5,7	+ 77,1
Stallmist (367 dz/ha)	+ 6,7	+ 79,1

Die Wirkung des Phosphorits aber ist langsam. Sie macht sich auch noch bei dem auf Roggen folgenden Hafer bemerkbar und bei Klee, der als Untersaat in Hafer angebaut wird, auch bei Flachs, der nach Klee gesät wird. Deswegen ist seine Anwendung auch bei geringeren Ernteteigerungen vorteilhaft, wenn natürlich die Preise des Phosphorits in dem erforderlichen Verhältnis zu den Brotpreisen stehen; vor dem Kriege wurde das Phosphoritmehl ungefähr mit 13 Pf. für das P_2O_5-Prozent im Doppelzentner bezahlt.

Die Arbeiten von A. N. Lebedjanzew auf der Station Schatilowo haben bewiesen, daß es in den nördlichen Grenzen der Schwarzerde Böden gibt, die das Phosphorit zersetzen können und gleichzeitig, zum Unterschied von den humusarmen, noch keinen Stickstoffmangel aufweisen. Auf diese Weise erlangt die Anwendung des Phosphoritmehles für den Süden des Gouvernements Tula, für das Gouvernement Orel und für die benachbarten Gouvernements hervorragende Bedeutung[2].

Hier folgt ein Beispiel aus den Ergebnissen der Station Schatilowo:

	ungedüngt dz/ha	Superphosphat dz/ha	Phosphorit dz/ha
Roggen	15,7	22,8	23,4
Nachwirkung auf Hafer	14,7	19,1	19,2
Allgemeine Kornertragssteigerung	—	11,2	12,0[3]

Die *Kalidüngemittel* wirken trotz des starken Kaligehaltes im Stroh[4], der gewöhnlich in Form von Stallmist dem Boden wieder zurückgegeben wird, auf die Ertragssteigerung der Getreidearten ebenfalls günstig ein. Besonders macht sich eine Wirkung auf armen, wenig kultivierten Böden, auf trocken gelegten Sümpfen, auf humusarmen Böden bemerkbar. Aus betriebswirtschaftlichen Gründen wurden die Staßfurter Salze, die in Westeuropa mit Erfolg zur Düngung des Getreides (der Überfluß an Chlorverbindungen wirkt nicht schädlich) verwendet werden, bei uns früher fast gar nicht angewandt; häufiger wurden sie zu Flachs und Klee gegeben.

In den Nachkriegsjahren war für uns die *Asche* das einzig mögliche Kalidüngemittel, die dadurch wertvoll ist, daß sie außer Kali auch noch Phosphor-

[1] Siehe Meyerson: Das Phosphorit und seine Anwendung. Landw. Leben **1921** Nr 20—23.

[2] Arbeiten der Station Schatilowo, 2. Ser., 7. Lief. **1925**.

[3] Siehe ebenfalls das Sammelwerk, das vom Institut für Agrikulturchemie herausgegeben worden ist: Die Phosphorite als unmittelbares Düngemittel. 1924.

[4] Im Stroh der Getreidearten ist das Kali zu 80—85 % des Gesamtkaligehaltes der ganzen Pflanze enthalten, im Korn zu 15—20 %, während vom Gesamtstickstoff auf das Korn 55—67 % und von der Phosphorsäure 64—79 % entfallen.

säure in aufnehmbarer Form enthält; dem Phosphorsäuregehalt nach muß man 12—18 dz/ha Asche, je nach der Ascheart, geben. Noch reicher ist die Asche an Kalk, unter dessen Mangel unsere nördlichen Böden so sehr leiden. Deswegen bringt eine Aschegabe von 22,5—30 dz auf humusarmen und versäuerten Böden derart günstige Ergebnisse.

Nachdem jetzt die Kalilager bei Solikamsk entdeckt worden sind, kann sich in Zukunft der Kaliverbrauch zu Getreidearten für gewisse Gebiete günstiger gestalten.

Bei uns ist der *Stallmist* das übliche Düngemittel für die Getreidearten. Er wird meistens zur Winterung bei der Brachebearbeitung gegeben, seltener in den westlichen und nördlichen Gouvernements zu einigen Sommerungen (Gerste). Einige Getreidearten aber dürfen nicht nach frischem Stallmist gesät werden, z. B. Hirse, die dann stark unter Unkraut leidet.

Eine wichtige Maßnahme zur Vermehrung der Stallmistmenge und daher auch zur Steigerung der Getreideerträge ist die Benutzung von *Torf* zur Einstreu (als Ergänzung zum Stroh). Dabei kann man, wenn man die Art der Anwendung ändert, sowohl Moos als Fasertorf (Sphagnum) als auch Torfmull verwenden und auch Preßtorf; dieser wird für längere Zeit unter das Stroh gepackt. Durch Torf wird der Stallmist nicht nur reicher an Stickstoff sondern auch an löslichen Stickstoffverbindungen als bei lediglicher Strohstreu. Deswegen ist die Wirkung des Torfstallmistes höher als die des gewöhnlichen; die Anwendung des Torfes als „Stallmistbildner" ist dem nördlichen Bauer bekannt, z. B. in den Kreisen Cholmogory und Schenkursk des Gouvernements Archangelsk.

8. Die Stellung der Getreidearten in der Fruchtfolge.

In der *Fruchtfolge* nehmen die Getreidearten verschiedene Stellen ein. Für Wintergetreide wird als beste Stelle diejenige nach gedüngter Brache bezeichnet.

Manchmal folgt *Sommerweizen* auf Brache, wie z. B. in vielen Gegenden Sibiriens, wo der Weizen eine Hauptfrucht darstellt und selbst die Bevölkerung sich vom Weizenbrot ernährt. Besonders groß ist das Vorherrschen des Sommerweizens (oft Hartweizensorten) im Schwarzerdegebiet Sibiriens, z. B. in den Kreisen Barnaul, Biisk, Smeinogorsk des Gouvernements Altai. Abgesehen von der geringeren Bedeutung für die Bevölkerung wird der Winterroggen dort deswegen weniger angebaut, weil die Schneedecke die Pflanzen nicht genügend vor Frost schützt. So nahm der Winterroggen im Jahre 1900 in der Barabassteppe nur 3,7 % der Saatfläche ein. Daher trifft man dort oft den Anbau von Winterroggen, der im Frühjahr ausgesät wird, an. Nachdem man den Boden im Herbst vorbereitet hat, wird im Frühjahr ein Gemenge von Roggen mit Hafer oder mit Sommerroggen ausgesät. Danach läuft die Sommerung den vollständigen Entwicklungsgang durch und bringt Korn, das Wintergetreide aber liefert nur eine Untersaat (wie untergesäter Klee). Bei der Ernte der Sommerung ist man bemüht, möglichst hohe Stoppeln stehenzulassen, damit sie den Schnee besser aufhalten. Dann überwintert oder, besser gesagt, reift der Roggen im nächsten Jahre etwas früher als üblich ausgesäter Roggen. Auf diese Weise wird bei dieser eigenartigen Kultur der Haferstoppel dieselbe Aufgabe gestellt, die man im Süden Rußlands manchmal dadurch zu erreichen sucht, daß man auf den Feldern Reihen von Mais- oder von Sonnenblumenstengeln stehen läßt oder daß man Schneefänger aufstellt, um den Schnee zurückzuhalten[1].

Über die Wirkung der verschiedenen Brachearten auf die Erträge s. weiter unten.

Wo der Herbst wärmer und länger ist, wird das Wintergetreide oft nach gedüngten Wurzelfrüchten angebaut, auch nach Kartoffeln und Pferdebohnen, obgleich auch in diesen Fällen mit Vorliebe Winterweizen gebaut wird, der später ausgesät werden kann und geringere Ansprüche an die Ablagerung des Bodens stellt. So ist bei uns im Kubangebiet ebenfalls der Anbau von Winterweizen nach Mais und Zuckerrüben möglich. Im Norden dagegen können nach Hack-

[1] Siehe z. B. den Aufsatz von Soldatow: Z. Landw. 1903, Nr 41.

früchten bequem nur Sommerungen folgen; frühe Speisekartoffeln bilden eine Ausnahme; nach ihnen ist der Anbau einer Winterung auch in Mittelrußland möglich.

Auf der Versuchsstation Schatilowo sind für Roggenerträge nach Kartoffel- und Wickbrache folgende Zahlen erhalten worden, wenn man die Ernte nach einer vollen (frühen) Brache gleich 100 setzt:

	ungedüngt %	mit Stallmist %	mit Phosphorit %
Nach Kartoffeln .	60	76	68
Nach Wicken . .	70	89	86

Es sei bemerkt, daß diese Zahlen die Frage der Kartoffelbrache noch nicht entscheiden, wenn die wirtschaftlichen Überlegungen außer acht gelassen werden. Für die Getreide ausführenden Gouvernements können sie gegen die Kartoffelbrache sprechen; für die Getreide einführenden Gouvernements dagegen ist es vorteilhafter, 25 % der Roggenernte einzubüßen und dafür Kartoffeln zu ernten, sofern man die Kartoffeln nicht so früh zu ernten gezwungen ist, daß sie schlecht haltbar sind. Jedoch entscheidet die Nähe von Städten mit ihren unbegrenzten Absatzmöglichkeiten für „junge" Kartoffeln auch in diesem Fall die Frage zugunsten der Kartoffelbrache. Das gleiche kann der Fall sein, wenn in Zukunft die Kartoffeltrocknung Eingang findet.

Interessant ist die Fruchtfolge mit Kartoffeln in der Brache, die man als „russische Variation der Norfolk-Fruchtfolge" bezeichnen kann; sie wurde von einigen Agronomen für das Gouvernement Olonezk vorgeschlagen. Es ist eine Vierfelderwirtschaft mit 8jährigem Umlauf (nach Art der Jaroslawer Fruchtfolge), aber statt Brache ist ein Kartoffelschlag eingeführt. In Wirklichkeit hat man folgende Schläge: Kartoffeln — Winterung — Klee — Sommerung (der Klee wird 2 Jahre genutzt). Jedoch taucht die Frage auf, was besser ist, wenn wir der „Norfolker Fruchtfolge" schon so nahestehen: einen zu geringen Kartoffel- und Winterungsertrag zu ernten oder die 2jährige Nutzung des Klees zu opfern; d. h. ist es nicht besser, wenn man 25% der Saatfläche mit Kartoffeln bestellen muß, eine richtige Norfolker Fruchtfolge mit 1jährigem Klee einzurichten: Kartoffeln — Sommerung — Klee — Winterung. Als Übergang zur Norfolker Fruchtfolge ist folgende Fünffelderwirtschaft sehr interessant: Hackfrucht — Sommerung — Klee — Klee — Winterung.

Außer Frühkartoffeln ist von den Hackfrüchten Mais zur Grünfuttergewinnung eine Vorfrucht zu Wintergetreide, die das Feld früh genug räumt, selbst in solchen Gegenden, wo die Winterung Ende August bestellt wird, während der Anbau von Winterung nach Mais, der zur Körnergewinnung diente, nur in Gegenden mit sehr mildem Herbst möglich ist, der es gestattet, die Winterung sehr spät einzusäen. Es gibt übrigens eine Methode, welche die letztere Kombination durch Untersaat einer Winterung in Mais vor der Maisernte zuläßt. Dies ist bei einer Maissaat mit weitem Reihenabstand möglich, wenn die Winterung vor der Maisernte gesät wird, indem man die Drillmaschinentrichter auf den gehackten Zwischenreihen laufen läßt. Die Winterung läuft auf und entwickelt sich. Die Ernte der Kolben fügt ihr keinen merklichen Schaden zu. Die Maisstengel jedoch bleiben während des Winters auf dem Felde stehen. Sie halten den Schnee fest, wodurch der Wasserverbrauch durch den Mais teilweise ausgeglichen werden soll (Chersonbrache). Aber es ist auch eine Untersaat der Winterung in gewöhnlich angebauten Mais möglich (amerikanische Brache). Diese Methode wird bei uns in den bäuerlichen Wirtschaften Beßarabiens angewandt, wobei die Samen des Winterweizens mit der Hand ausgesät und durch Hacken zwischen den Reihen untergebracht werden[1]. Hierher gehört auch die

[1] Näheres siehe in der Z. Landw. und in der Landw. Ztg, angefangen 1902 u. 1903. — In den Aufsätzen verschiedener Verfasser über Amerikanische Maisbrache usw. Man hat auch Versuche mit Untersaat von Winterung in Pferdebohnen vor der Ernte der letzteren angestellt.

„Sonnenblumenbrache". Die Sonnenblumen werden in Reihen mit solchen Abständen angebaut, daß zwischen ihnen die Drillmaschine bei der Bestellung der Winterung durchgehen kann. Die Stengel der Sonnenblumen läßt man ebenfalls zur Zurückhaltung des Schnees über Winter auf dem Felde stehen (Versuche von S. N. Gardenin 1903). Dabei entwickeln sich die Sonnenblumen auf gut bearbeiteten und gedüngten Böden so stark, daß ihre Ernte nicht proportional der Vergrößerung der Reihenabstände sinkt, sondern in einem anderen weit geringeren Verhältnis.

Von den 1jährigen Futterpflanzen wird in der Brache am häufigsten ein Wickhafergemenge angebaut, das eine gute Futterernte von der Brache gewährleistet, allerdings mit einem gewissen Nachteil für die Winterung im Vergleich zur Frühbrache; aber vorteilhaft im Vergleich zur Spätbrache.

Es wäre interessant, festzustellen, ob das Wickhafergemenge durch ein Wickroggengemenge ersetzt werden kann (Vicia villosa = Zottelwicke), weil diese Mischung früher geerntet wird und infolgedessen mehr Zeit läßt, den Boden für den Anbau der Winterung vorzubereiten; außerdem ist Vicia villosa weniger anspruchsvoll an den Boden als Vicia sativa.

Nach mehrjährigen Futterpflanzen, die den Boden anreichern und gut säubern, können Wintergetreidearten ebenfalls nur in genügend feuchtem Klima mit genügend langem Sommer unmittelbar angebaut werden; d. h. nach einer Ernte, die im Anbaujahre der Winterung genommen worden ist. Früher nahm man an, daß die Aussaat einer Winterung nach Klee im Schwarzerdegebiet keinen Erfolg bringen würde. Aber die Ergebnisse einer Reihe von Versuchsstationen (Sumy, Nosowka) zeigen, daß man dies nicht auf das gesamte Schwarzerdegebiet anwenden darf und daß der 1jährige Klee (ohne Lieschgras) eine vorzügliche Vorfrucht für die Winterung darstellt, wenn er genügend gedüngt wird. So änderten sich nach den Ergebnissen der Station Sumy die Roggenerträge in Abhängigkeit von den Vorfrüchten bei verschiedenen Stallmistgaben folgendermaßen (Durchschnitt für 4 Jahre):

Frühbrache	28,0 dz/ha	Luzerne	24,1 dz/ha
Spätbrache	20,0 „	Erbsen zur Körnergewinnung	24,3 „
Wickgemenge	24,4 „	Kartoffeln	17,4 „
Klee	27,3 „	Buchweizen	15,7 „
Esparsette	25,5 „		

Die Abhängigkeit der Erträge der Winterung nach Futterpflanzen von der Düngung ist aus folgenden Ergebnissen der Versuchsstation Poltawa (1926) deutlich ersichtlich:

	Winterweizen		Roggen	
	ohne Düngung dz	mit Düngung dz	ohne Düngung dz	mit Düngung dz
Frühbrache	21,1	23,5	26,3	29,6
Esparsette	21,9	28,2	24,8	32,2
Wickhafer	18,2	29,0	25,0	29,8

Auf diese Weise wird die Bewertung der Vorfrüchte des Wintergetreides nicht nur in Abhängigkeit vom Klima sondern auch von den Düngervorräten in der Wirtschaft verschieden sein.

Es gibt auch Fälle, wo eine Winterung eine gute Vorfrucht für eine andere sein kann. So traf man z. B. in Süddeutschland zur Zeit der starken Entwicklung der Rapskultur, zu welcher große Stallmistmengen gegeben werden, folgende Fruchtfolge an: Winterraps — Winterweizen — Winterroggen. Für die Krim stellte I. W. Jakuschkin folgende Fruchtfolge auf: Wintergerste — Winterweizen — Winterroggen. Außerdem trifft man im Westen auf Sandböden

(typische „Roggenböden") eine ununterbrochene Kultur des Winterroggens („ewiger Roggenbau" oder „System Immergrün"). So ist es in einigen Provinzen Hollands der Fall (Drente, Groningen, Overijsel) in den vom Markt entfernteren Teilen; anderenfalls wechseln Kartoffeln mit Roggen ab, wobei man bei Anwendung einer Düngung kein Sinken der Erträge beobachtet. In Deutschland findet man ebenfalls ewigen Roggenbau auf leichten Böden in Wirtschaften, die von Eisenbahnen weiter entfernt liegen, sofern man davon dort überhaupt reden kann. Aber auch in diesen Fällen empfiehlt es sich infolge des auf den Sandböden üblichen Stallmistmangels, diese Kulturart dadurch abzuschwächen, daß man eine Lupinendüngung, wenn auch nur alle 2 Jahre, unterbringt, z. B. Roggen — Roggen — Lupinen — Roggen — Roggen — Lupinen usw. Bei uns zeigte der Roggen auf der Versuchsstation Poltawa bei dem Versuch eines Daueranbaues große Beständigkeit seiner Erträge. Aber bereits im Gouvernement Moskau werden die Ergebnisse anders, wahrscheinlich infolge der kurzen Zeit zwischen Ernte und Saat und infolge der Schwierigkeit, den Boden gut zu bearbeiten.

Winterung unmittelbar nach Sommerung trifft man selten an. So begegnet man manchmal in den Kartoffelbaugebieten einer „umgekehrten Dreifelderwirtschaft": Kartoffeln — Hafer — Roggen. Aber Winterung nach Früherbsen zur Körnergewinnung gedeiht im Schwarzerdegebiet gut, wenn sie gedüngt wird (Station Sumy).

Die Sommergetreidearten können eigentlich auf jede beliebige Pflanze folgen. Als beste Stelle wird aber die nach gedüngter Hackfrucht und nach Wintergetreide angesehen, ebenfalls nach Klee und Luzerne, wobei Klee in Reihensaat eine bessere Vorfrucht ist als Klee mit Lieschgras.

Besser ist es aber, wenn die Körnergetreidearten mit Leguminosen, wenn auch nur 1jährigen, abwechseln. Die Zahlen der Versuchsstation in Poltawa haben gezeigt, daß z. B. die Haferernte nicht nur einen Ertragszuwachs zeigt, sondern auch mehr stickstoffhaltige Substanzen enthält, wenn der Hafer auf Erbsen oder Linsen folgt, als wenn ihm Getreidearten oder Buchweizen vorangehen. Also sind die Verhältnisse der Stickstoffernährung im ersteren Falle günstiger. Für das Jahr 1901 wurde z. B. beobachtet:

Hafer	nach Hafer	nach Linsen	nach Erbsen	nach Buchweizen
Ertrag . . . dz/ha	8,70	14,40	11,70	9,60
Stickstoff . . .%	2,14	2,45	2,41	2,17[1]

Manchmal folgen die Sommergetreidearten aufeinander in der Ordnung der abnehmenden Ansprüche an die Bodenfruchtbarkeit. So werden in der Umlagewirtschaft auf dem frisch umgelegten Acker Hartweizen und Hirse angebaut, darauf folgt Weichweizen; Hafer aber folgt oft erst als letzte Getreideart.

Die umgekehrte Folge haben wir bei der Kultur auf neukultivierten Böden im Gebiet der Waldböden, wo als erste Frucht am häufigsten Hafer angebaut wird, weil er gegen Bodensäure am wenigsten empfindlich ist; Gerste und Weizen aber verlangen die Verbesserung des Bodens mit Stallmist oder durch andere Maßnahmen zur Erhöhung seines Kulturzustandes.

Im Norden folgen manchmal wertvolle Sommergetreidearten (Gerste) auf gedüngte Brache (z. B. im Kreis Schenkursk des Gouvernements Archangelsk). In Sibirien aber folgt Sommerweizen oft auf ungedüngte Sommerbrache. In diesen Fällen ist der Ersatz der reinen Brache durch besömmerte Brache von Interesse (Wickhafer oder Klee ohne Lieschgras auf den besten Böden, Lupinen zur Grün-

[1] Siehe J. exper. Landw. 1902, 596.

düngung dort, wo Klee und Wicke nicht gedeihen; Kartoffeln, wenn die Frage der Futtermittel und des Stallmistes günstig gelöst ist usw.).

9. Die Bodenbearbeitung für die Getreidearten.

Die Getreidearten stellen im allgemeinen keine so hohen Ansprüche an die Tiefe der Bodenbearbeitung wie die früher betrachteten Hackfrüchte. Natürlich reagieren auch sie auf eine tiefere Bearbeitung, jedoch wird eine solche Vertiefung der Ackerkrume hier durch wirtschaftliche Überlegungen eher beschränkt als bei den Hackfrüchten. Dies zeigte sich z. B. in folgenden Versuchen von Wolf: Eine Pflugfurche wurde mit einer ebensolchen Furche + Untergrundlockerer und mit Rigolen verglichen. Wird die Ernte jeder Pflanzenart im ersten Fall = 100 gesetzt, so wird sie in den folgenden Fällen durch folgende Zahlen ausgedrückt:

	einfache Furche	Furche m. Untergrundlockerer	Rigolen
Weizen	100	106	128
Gerste	100	111	133
Möhren	100	126	168
Kartoffeln	100	144	179

Entsprechend dieser Tatsache wurde auf dem Versuchsfelde in Poltawa für Winterung (1) und für eine darauffolgende Sommerung (2) folgende Wirkung der Tiefe der Ackerkrume beobachtet:

cm	1. Winterroggen dz/ha	2. Sommerweizen dz/ha	1. Winterweizen dz/ha	2. Hafer dz/ha
13	18,7	11,5	16,8	13,9
20	19,3	12,9	17,5	14,7
26	20,5	13,2	18,1	14,8

Diese Zahlen sind Mittelerträge von 12—16 Jahren.

Jedenfalls darf eine tiefere Ackerung des Bodens in trockenen Gegenden nicht während der heißen Jahreszeit stattfinden, weil der Boden dann austrocknet. Am besten wird sie im Herbst ausgeführt oder wenigstens im zeitigen Frühjahr, aber nicht in der Mitte des Sommers.

In unseren extensiven Wirtschaften wird der Boden für die Wintergetreidearten am besten durch Brachebearbeitung vorbereitet, für welche, wie bekannt, mehrere Formen zu unterscheiden sind: Schwarzbrache; die typische Schwarzbrache und ihre Übergänge, wie z. B. Brache mit zeitiger Frühjahrsfurche, ebenfalls eine Brache ohne zweite tiefe Furche, die durch die Bedürfnisse des trockenen Steppengebietes bedingt wird. Den „reinen Brachen" wird die Spätbrache (Grünbrache) und die besömmerte Brache gegenübergestellt. Da ich die Bewertung der verschiedenen Brachearten als bekannt voraussetze, beschränke ich mich hier nur auf die Anführung einiger Beispiele, und zwar von Ergebnissen, die im Durchschnitt von 21 Jahren auf dem Versuchsfelde in Cherson erhalten worden sind[1] (siehe nebenstehende Tabelle).

	Körnerertrag dz/ha
Nach Schwarzbrache	14,0
Dasselbe aber ohne Herbstfurche . . .	14,2
Nach Grünbrache (Spätfurche)	8,5
Ohne Brache (Stoppelsaat)	7,2
Nach Wickgemenge-Brache	9,7
Nach Kartoffelbrache	9,9

[1] Siehe Janowtschik: Berichte des Chersoner Versuchsfeldes. — Auf der Versuchsstation Schatilowo im Gouvernement Tula rief die Wicke eine geringere Senkung des Ertrages der Nachfrucht als Kartoffeln hervor. Winterwicke (mit Roggen) senkt die Erträge weniger als die gewöhnliche Sommerwicke (Poltawa).

Wie wir sehen, bringt die schwarze und die zeitige Frühjahrsbrache die besten Ergebnisse; aber die Schwarzbrache weist der zeitigen Frühjahrsbrache gegenüber keine Vorteile auf. Die Spätbrache liefert schlechtere Ergebnisse als die besetzten Brachen; deswegen scheint die Einführung eines Wickhafergemenges in die Brache im Vergleich zu den Spätbrachen ein Schritt vorwärts zu sein.

Ebenso auf dem Versuchsfelde in Poltawa[1] zeigte sich die Wirkung des Zeitpunktes, wann die Brache gepflügt wurde, auf die Erträge sehr deutlich:

	Nach Juni-,	Mai-,	April-,	Schwarzbrache
Roggenernte (Durchschnitt v. 6 Jahren) dz/ha	15,6	19,8	21,0	21,3
Winterweizen . . . . . ,,	10,8	15,7	16,3	16,6

Nach den Angaben der „Ergebnisse" 1909 sowie auf dem Versuchsfelde Poltawa brachte die Schwarzbrache der Aprilbrache gegenüber keine Vorteile; aber sowohl die Schwarz- wie auch die Aprilbrache stehen höher als die Maibrache. Auf dem Versuchsfelde im Dongebiet brachte die zeitige Frühjahrsbrache im Durchschnitt von 6 Jahren 19,8 dz/ha, die Schwarzbrache 18 dz/ha und die späte Grünbrache 14,3 dz/ha[2]. Auf der Versuchsstation Besentschuk brachte die Schwarzbrache 12 dz Winterroggen, die Aprilbrache 12,3, die Maibrache 12,9, die Junibrache 6,1 dz (Tulaikow, 3. Bericht).

Es sei erwähnt, daß sämtliche Ausführungen sich auf eine *stallmistlose Brache* beziehen. Wie auch die Ursachen für solche Beziehungen sein mögen, so muß man diesen Tatsachen Rechnung tragen, die für viele Gebiete Südrußlands eine *zeitige Frühjahrsbrache* an die erste Stelle rücken.

Als allgemeine Folgerung aus der Gesamtheit der vorhandenen Ergebnisse kann gesagt werden, daß im *Steppenstrich des Schwarzerdegebietes allein schon das rechtzeitige Pflügen der Brache bereits eine erhebliche Ertragssteigerung des Getreides herbeiführen kann.* Diese Steigerung hängt in hohem Maße mit der Nitratanhäufung im Boden infolge der größeren Feuchtigkeit und besseren Struktur des Bodens bei frühem Umpflügen zusammen.

Aber weiter nach dem Süden (Kuban, Transkaukasien, Turkestan) verliert die Bearbeitung der Brache überhaupt ihre Bedeutung und oft wird die Brache gänzlich überflüssig. So haben wir für die Kubansche landwirtschaftliche Station folgende Durchschnittsergebnisse (für 3 Jahre) für die Erträge des Winterweizens:

Schwarzbrache dz/ha	Wickgemenge dz/ha	Sonnenblumen dz/ha	Kartoffeln dz/ha
21,6	20,7	21,4	23,1

Ebenfalls gelangte auch die Stawropol-kaukasische Station zu dem Ergebnis, daß die jetzt wichtigste Frage in der Landwirtschaft des betreffenden Gebietes „die Frage der Organisation von Fruchtfolgen ohne Brache", mit Düngergabe, und „die Frage der Erfindung von Methoden zur Sommerbearbeitung der Felder" ist.

In den alten Kulturgebieten aber hat die Frühbrache *nur mit einer Düngung die größte Wirkung*; ohne Düngung aber bringt die Frühbrache eine geringere Ernte als eine gedüngte Spätbrache (s. Mitteilungen der Station Charkow).

Im Gebiet der Waldböden können die Frühbrachen ohne Düngung erst recht nur in besonderen Fällen auf Böden mit „alter Kraft" gute Erträge bringen, d. h. auf Böden, die im Laufe vieler Jahre vorangegangener Kultur gut mit Stallmist gedüngt worden sind, was bei uns als eine *große Ausnahme* anzusehen ist.

[1] Siehe: Kurzer Bericht des Versuchsfeldes in Poltawa. 1901.

[2] Siehe Bericht vom Jahre 1902, zusammengestellt von Kolesnikow. — Die Feuchtigkeitsbestimmungen auf den verschiedenen Brachfeldern, die in diesem Bericht angeführt werden, zeigten die größte Feuchtigkeit auf der zeitigen Frühjahrsbrache.

Im Westen aber, wo die Böden in guter Kraft stehen, ist die Brache eine seltene Ausnahme. Deswegen gilt es als Regel, daß die Brache m Gebiet der Waldböden nur bei genügender Düngung gute Erträge liefert.

Es ist interessant, daß auch in diesem Falle die im Herbst begonnene Schwarzbrache keine Vorteile gegenüber einer zeitigen Frühjahrsbrache aufweist, wie A. G. Dojarenko auf dem Versuchsfelde der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje an folgenden Durchschnittszahlen (von 5 Jahren) gezeigt hat:

	Schwarzbrache dz/ha	zeitige Frühjahrsbrache dz/ha	Spätbrache dz/ha
Roggenertrag	21,1	23,7	16,8

Das allgemeine Niveau dieser Zahlen ist sehr hoch infolge der Stallmistdüngung der ganzen Brache der Dreifelderwirtschaft (infolgedessen auch bei einer Nutzung des Stallmistes nur durch 2 Getreidearten). Die relative Höhe der Ernten behält aber den für die verschiedenen Brachearten typischen Charakter[1].

Wie bekannt, muß zwischen der letzten Furche und der Einsaat des Getreides ein mehr oder weniger großer Zeitraum liegen, damit sich der Boden genügend setzen kann. An das *Setzen des Bodens* stellt vom Wintergetreide der Roggen höhere Ansprüche als Weizen. Auf bindigen Böden wird sogar ein Zwischenraum von 4 Wochen als notwendig erachtet.

Die *Bodenbearbeitung zu Sommergetreide* ist je nach dem Gebiete verschieden. Im Steppengebiet wird, um das Austrocknen des Bodens zu vermeiden, das Hauptgewicht der Bearbeitung auf den Herbst verlegt; im Frühjahr begnügt man sich mit oberflächlicher Lockerung, die zur Einsaat der Samen notwendig ist. In Gebieten, die sich durch einen langsam fortschreitenden Frühling auszeichnen und infolgedessen feuchter sind, wird auch eine Frühjahrsfurche (manchmal sogar zu wiederholten Malen) ausgeführt.

Es sei hier ein Beispiel aus den Versuchen der Station Poltawa angeführt:

Zeit des Pflügens zur Sommerung	im Frühjahr	Oktober	Sept.	August	Juni	Juli mit einer Wiederholung im Okt.
Sommerweizenertrag (Durchschnitt von 7 Jahren) . . . . dz/ha	7,6	8,1	9,3	10,2	10,8	9,7

Auch in diesem Fall hatte das zeitige Pflügen im Herbst eine Ertragssteigerung zur Folge nicht nur durch die unmittelbare Wirkung eines größeren Feuchtigkeitsvorrates sondern auch durch einen größeren Vorrat an Nitraten[2]. Im nördlichen Rußland aber können bei einem Überschuß an Feuchtigkeit, bei leicht verschlämmenden Böden und bei langsamer Erwärmung im Frühjahr für die Herbstfurche weniger günstige Ergebnisse erzielt werden oder aber diese Ergebnisse sprechen sogar für das Verlegen der tiefen Pflugfurche auf das Frühjahr.

So erhielt A. A. Kaluschsky auf dem Versuchsfeld der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje für Hafer folgende Ergebnisse[3]:

Nur Frühjahrsfurche . . . . . 15,2 dz/ha
Herbst- und Frühjahrsfurche . . . . . 14,1 „
Nur Herbstfurche (im Frühjahr eggen) . . . . 12,4 „

[1] A. G. Dojarenko: Wege zur Hebung der Ertragsergiebigkeit des Wintergetreides. 1919.

[2] S. Tretjakow: Der Gehalt an Nitratstickstoff im Boden. J. exper. Landw. **1902**, 580.

[3] Siehe die Berichte über das Versuchsfeld in Petrowsko-Rarumowskoje von A. A. Jakowlew u. A. A. Kaluschsky: Nachr. d. Inst. **1906** u. früher. — Später von A. G. Dojarenko (z. B. **1918**, Nr 11).

Außerdem muß sich die Bodenbearbeitung zu Sommergetreide auch wesentlich nach der Natur der Pflanze richten. Hafer stellt vergleichsweise weniger Ansprüche an eine sorgfältige Bodenbearbeitung; Gerste verlangt gut vorbereiteten Boden; die in dieser Hinsicht anspruchvollste Sommerungspflanze ist die Hirse, deren kleine Samen unter größeren Erdschollen nicht auflaufen können und in diesem Stadium gegen Verunkrautung sehr empfindlich sind.

10. Auswahl und Aussaat des Saatgutes.

Die Grundlagen der Bewertung des Saatgutes werden aus der allgemeinen Ackerbaulehre als genügend bekannt vorausgesetzt. Von den in der Praxis angewandten verschiedenen teils subjektiven, teils objektiven Merkmalen wird außer der Keimfähigkeit und der Beimengung von Unkraut am häufigsten das Volumengewicht des Kornes benutzt; es wird z. B. verlangt, daß 1 hl Weizen nicht weniger als 78 kg wiegt, 1 hl Roggen 70 kg, Hafer 46,8 kg usw. Aber wie bekannt, gibt es zwischen diesem Gewicht und dem absoluten Gewicht, welches das Saatgut besser charakterisiert, oft keine genaue Verbindung. Ändert sich für Roggen, Weizen und Gerste das Volumengewicht gewöhnlich in derselben Richtung wie auch das absolute Gewicht (wenn auch nicht in dem genau gleichen Verhältnis), so stimmen für Hafer die Ergebnisse oft nicht überein, wie folgende Zahlen von Wollny zeigen:

Weizen		Roggen		Hafer	
100 Korngewicht g	1 Litergewicht g	absolutes Gewicht g	Volumengewicht g	absolutes Gewicht g	Volumengewicht g
2,92	857	2,93	778	3,49	567
2,26	855	2,66	792	2,82	572
2,81	852	2,22	769	1,93	576
2,43	838	1,76	766	—	—
—	—	1,21	718	—	—

Nach den Bestimmungen von W. W. Wiener[1] ändern sich die Werte für das Volumengewicht des Hafers wie auch des Roggens nicht in dem Maße übereinstimmend mit dem absoluten Korngewicht, wie die Wollnyschen Zahlen angeben. Die Werte des Volumengewichtes sind recht unbeständig; sie sinken z. B. unter der Einwirkung des steigenden Feuchtigkeitsgehaltes des Kornes. Es folgen die sich darauf beziehenden Zahlen von Wollny:

	Weizen g je Liter	Roggen g je Liter
Trockenes Korn (7 %)	831	802
Lufttrockenes Korn (14 % Wasser) . .	790	786
Feuchtes Korn (rund 20 % Wasser) . .	755	762

Ferner kann ein Korn derselben Ernte verschiedene Gewichte besitzen, z. B. je nach den Druschverhältnissen. Wurde der Drusch auf dem Erdboden durch Tiere ausgeführt, so verändert das bestäubte Korn die Eigenschaften seiner Oberfläche (Reibung) und kann ein anderes Volumengewicht erlangen als dasselbe Korn, das nicht bestäubt wird (z. B. mit einer Dreschmaschine gedroschen), einfach deswegen, weil sich das eine Korn anders beim Einschütten in das Maß lagert als das andere.

Außerdem muß man im Auge behalten, daß einige Verunreinigungen das Volumengewicht des Kornes steigern können, z. B. kleine Erbsen im Hafer,

[1] Chosjain (Der Landwirt) 1903, Nr 10 und die folgenden Nummern.

Sand usw. Diese zwischen den Körnern lagernde Verunreinigung wirkt durch ihre Kleinheit wesentlich auf die Erhöhung des Gewichtes; aber ihr hohes Gewicht auf die Vergrößerung des allgemeinen Volumens wenig.

Infolgedessen ist zur Bewertung des Kornes als Saatgut die direkte Bestimmung des absoluten Gewichtes eine sichere Maßnahme als das Volumengewicht; hierbei wird die Keimfähigkeit, die Verunreinigung usw. nicht berücksichtigt.

Das Saatgut liefert bei größerem absoluten Gewicht bekanntlich auch höhere Erträge. Im besonderen zeigte sich dies z. B. für Roggen in den Versuchen von Wollny in folgenden Zahlen:

100 Korngewicht . . . g	4,74	3,38	1,67
Erhaltener Ertrag . . g	1095,50	1012,20	783,90

Diese Wahrscheinlichkeit eines größeren Ertrages hängt *erstens* davon ab, daß größere Samen den Keimling besser mit Nahrung versorgen; dieser entwickelt infolgedessen stärkere Wurzeln und Blätter und leidet weniger unter Beschädigungen durch verschiedene Feinde oder ungünstige Verhältnisse; *zweitens* davon, daß stärker entwickelte Körner im allgemeinen auch von größeren Pflanzen abstammen; sie vererben infolgedessen auch teilweise die Fähigkeit für ein energisches Wachstum. Interessant ist folgender Versuch von Wollny: Von 3 Gruppen von Roggenpflanzen, die aus Körnern verschiedener Größe hervorgegangen waren, war im Laufe des Winters ein recht verschiedener Teil zugrunde gegangen, und zwar:

bei einem absoluten Korngewicht der Samen von (je 100 Körner) g	4,25	3,51	1,76
gingen im Winter ein . . . . . %	13	31	57

Die Körner, die zur Aussaat bestimmt sind, müssen normal ausgereift sein; ihre Ernte darf nicht vor der Gelbreife stattfinden. Sie dürfen ferner bei der Ernte nicht unter Regen gelitten haben (Auswachsen); sie müssen endlich nach Möglichkeit frei von Unkrautsamen und von schädlichen Pilzen (Mutterkorn, Brand) sein; sie dürfen auch durch langes Lagern oder durch schlechte Aufbewahrung ihre gute Keimfähigkeit nicht verloren haben.

Nach Nowacki verliert der Roggen bei gewöhnlicher Aufbewahrung in Speichern nach 2 Jahren beträchtlich an Keimfähigkeit (48 %); Weizen, Hafer und Gerste zeigten ein solches Sinken erst etwas später. Hier haben aber die Verhältnisse der Aufbewahrung eine größere Bedeutung als die Natur der Pflanze: Bei künstlicher Trocknung und bei Aufbewahrung im Laboratorium behielten dieselben Getreidearten ihre Keimfähigkeit im Laufe von 7—8 (und noch mehr) Jahren.

Hierauf kann teilweise ein schlechter Geruch, ein bitterer Geschmack, vor allem aber die Bestimmung der Keimfähigkeit hinweisen.

Die Minimalansprüche, die nach Wittmack an die *Keimfähigkeit* gestellt werden, sind folgende:

	Keimfähigkeit %	Reinheit %	Gebrauchswert %
Für Hafer, Gerste, Roggen und Weizen	90	98	88
Hirse	75	95	71
Mais	80	96	76
Sorghum	75	99	71

Außer der Keimfähigkeit wird noch die *Keimenergie* bestimmt, d. h. die Zahl der Triebe, die nach einer bestimmten Zeit erscheinen (z. B. nach 5 Tagen), um die Fähigkeit des betreffenden Saatgutes, unter günstigen Verhältnissen geschlossen aufzulaufen, zu beurteilen.

Als gewöhnliche Maßnahme in der Praxis zur Auslese des Saatgutes dient eine *Massensortierung* der Körner nach Gewicht und Größe. Hier hat man vor allem den Zweck der Erhöhung des Nährstoffgehaltes im Auge, um stärkere und widerstandsfähigere Pflanzen zu gewinnen. Gleichzeitig rechnet man auch auf eine gewisse Auslese der großsamigen Formen, die eine Wirkung auf die Erhöhung des Korngewichtes in der Nachkommenschaft durch Vererbung dieser Eigenschaft ausüben könnten. Es ist aber klar, daß in einer ganzen Reihe von Fällen die Größe der einzelnen Körner nicht von erblichen Eigenschaften, sondern von Ernährungsverhältnissen abhängt; deswegen erhält man trotz der Möglichkeit, gewisse positive Ergebnisse bei einer Massenauslese zu erreichen, dennoch immer eine komplizierte Population, die keine völlige Konstanz in der Vererbung der Eigenschaften besitzt.

Die hauptsächlichsten Richtungen und Ziele der Getreidezüchtung. Aufgabe der Züchtung ist die Erforschung der vollkommensten Methoden in der Auswahl und Gewinnung verbesserter Formenkreise. Wir können hier nur einige der grundlegenden Fragen dieses Gebietes in größter Kürze berühren.

Im allgemeinen suchte der Mensch bei der Verbesserung der Pflanzen die Variabilität und die Unbeständigkeit in der Vererbung elterlicher Eigenschaften auszunutzen, welche allen Organismen eigen ist. Die Erscheinung der Variabilität ist dreierlei Art:

1. Die unscharfen, gewöhnlichen, morphologischen Abweichungen (Variation, Modifikation), die bei jeder Vermehrung stattfinden;

2. die selteneren und stärkeren morphologischen Abweichungen, die unter dem Namen von „zufälligen" oder „willkürlichen", „plötzlichen" Abweichungen bekannt sind und sich deutlich vererben (Heterogenesis von KORSHINSKY, Mutation von DE VRIES) und

3. die Abweichungen, die in der Nachkommenschaft bei der Kreuzung zweier verschiedener Formen auftreten (Kombinationen).

Nur in dem Maße, in dem diese Abweichungen erblich sind, können sie den Zielen der Züchtung dienen. Diejenigen Veränderungen, welche durch die direkte Einwirkung der Umgebung auf das betreffende Individuum hervorgerufen werden (Modifikationen), werden nicht vererbt; sie sind infolgedessen für den Züchter ohne Interesse[1]. Wie in den theoretischen Anschauungen über die verhältnismäßige Bedeutung dieser Variabilität früher große Unstimmigkeiten herrschten und jetzt noch herrschen, so bestehen auch in ihrer praktischen Ausnutzung verschiedene Richtungen. So strebten viele Züchter und eine große Zahl von Landwirten danach, die Abweichungen der ersten Kathegorie (gewöhnliche Veränderung, Variation) auszunutzen. Diese Richtung ist auf der Überzeugung begründet, daß es möglich ist, durch das Summieren allmählicher Veränderungen neue, vollkommenere Formen zu gewinnen, weil, „falls eine Auslese in einer bestimmten Richtung erfolgt, diese letztere, unabhängig von den äußeren Verhältnissen, progressive Veränderungen in derselben Richtung von Generation zu Generation hervorruft" (von RÜMKER 1890). In der gewöhnlichen im Landwirtschaftsbetriebe stattfindenden Auslese (Sortieren) der Samen zur Aussaat erblickte man die Ausnutzung dieser Gruppe von Abweichungen (hierbei ist die unbewußte Ausnutzung von Abweichungen anderer Art nicht ausgeschlossen). Als man merkte, daß diese Methode doch einseitig ist, weil durch sie nur nach einem Merkmal ausgelesen wird (Korngröße), so begann man, die Züchtung vollkommener durchzuführen nach einer größeren Zahl von Merkmalen der ganzen

[1] Z. B. entwickelt die Sonnenblume bei einer Übertragung ins Gebirgsklima keinen Stengel, sondern nur Wurzelblätter. Hierdurch entsteht aber keinesfalls eine neue Rasse, denn bei Nachkommen, die im Tal herangezogen werden, bildet sich wiederum eine typische Sonnenblume

Pflanze, die bereits im Felde beobachtet wurde, wobei ihre Bestockung, Standfestigkeit, Entwicklung der Ähre, Korngröße usw. beobachtet werden. So züchtete z. B. RIMPAU seine Roggensorte (Schlanstedter), die infolge ihrer guten Eigenschaften auch außerhalb Deutschlands große Verbreitung gefunden hat (hoher Ertrag, lange volle Ähre, hartes und lagerfestes Stroh), auf folgende Weise. RIMPAU suchte sich im Felde eine Handvoll bester Ähren aus und säte ihre Samen zusammen aus. In den nachfolgenden Jahren setzte er die Auslese der besten Pflanzen fort, indem er schlechtere, weniger charakteristische, entfernte. Nach 20 Jahren erhielt er eine Sorte, die in der Ertragsfähigkeit die anderen Sorten Mitteldeutschlands übertraf und bald in Frankreich eine große Verbreitung fand. Auf diese Weise bemühte man sich, in diesem Falle wie auch in anderen, die betreffende Sorte durch eine folgerichtige langjährige Auslese zu verbessern, indem man die Sorte als etwas Ganzes, Homologes ansah, was tatsächlich nicht der Fall war. Andere Vertreter dieser Richtung strebten danach, eine noch strengere Auslese zu üben; von den besten Ähren nur die besten Körner zu nehmen oder sogar nur von einem „besten" Korn in der Ähre auszugehen, in der Annahme, daß es im Vergleich zu allen anderen die beste Nachkommenschaft ergeben wird und daß, „je intensiver die Auslese geübt wird, um so sicherer das Ergebnis ist und um so schneller erreicht wird[1]". Die der Größe nach besten Körner sind, wie Untersuchungen von WOLLNY zeigen, die Körner der Ährenmitte, von wo aus nach oben und unten die Körner schlechter werden. WOLLNY erhielt folgende Ergebnisse, indem er die Körner der Ährchen, die in verschiedenen Höhen saßen, abwog:

Die Körner der	1.—12.	Ährchen	(von unten)	wogen	im	Durchschnitt	. . . .	13,59 mg
„ „ „	13.—24.	„	(„ „)	„	„	„	. . . .	18,80 mg
„ „ „	25.—36.	„	(„ „)	„	„	„	. . . .	15,47 mg

Deswegen wurde empfohlen, den oberen und unteren Teil der Ähre zu entfernen und die Körner für die Aussaat aus dem mittleren Ährenteil zu gewinnen. Manchmal ging man noch weiter, indem man die besten Körner eines Ährchens aussuchte, beim Weizen z. B. das zweite Korn eines jeden Ährchens, als das am meisten entwickelte oder bei Gerste die Körner der mittleren Längsreihen. Tatsächlich besitzen aber bei den Selbstbefruchtern alle Körner, nicht nur einer Ähre, sondern aller aus dem gleichen Korn erwachsenen Ähren, die gleichen Erbanlagen. Als Beispiel der strengsten Auslese dieser Art dienten gewöhnlich die Kulturen von HALLET, der sich von 1857 an in England (Essex) mit der Verbesserung der Getreidearten beschäftigte[2]. Als Ausgangspunkt diente ihm ein Korn, „das beste in der Ähre", wobei er die Auswahl dieses besten Kornes nicht auf Grund der Form, der Größe oder irgendwelcher anderer äußeren Merkmale traf, sondern ausschließlich auf Grund der Produktionskraft, die er durch Versuche feststellte. HALLET bemühte sich bei seinen Kulturen mit allen Mitteln, es jeder Pflanze zu ermöglichen, ihre eigene Individualität zu zeigen. Er wandte eine dünne Saat an (ein Korn auf 900 qcm), säte nicht tief und früh, um die beste Bestockung der Pflanzen sicherzustellen, düngte den Boden nur zum vorhergegangenen Getreide, um einen Nährstoffüberfluß zu vermeiden und vor allem, um diese Nährstoffe nach Möglichkeit gleichmäßig im Boden zu verteilen. Die ausgewachsenen Pflanzen verglich er nach ihrem äußeren Habitus: nach der Bestockung, nach der Entwicklung der Ähren, nach ihrem Körneransatz, nach der Festigkeit des Strohes. Aus allen Pflanzen suchte er die besten Exemplare heraus; von diesen nahm er je die beste Ähre und säte die Körner dieser besten

[1] Näheres darüber siehe bei v. RÜMKER: Die Züchtung der Getreidearten. Übersetzung in Landw. u. Forstw. 1891.

[2] Genaueres hierüber siehe bei v. RÜMKER: Züchtung der Getreidearten. Übersetzung.

Ähre einzeln aus. Dasjenige Korn ist das beste, das in seiner Nachkommenschaft die größte Körnerzahl in der Ähre liefert. Diese beste Ähre diente auch zur Wiederholung der Maßnahmen in der folgenden Generation.

Hallet formulierte seine Gedanken, auf denen er seine Auslese begründete, folgendermaßen:

1. Auf jeder voll entwickelten Pflanze, sei es Hafer, Weizen oder Gerste, besitzt eine Ähre eine größere Produktionsfähigkeit als alle anderen, die sich auf derselben Pflanze befinden;

2. auf einer jeden solchen Pflanze befindet sich ein Korn, das alle übrigen an Produktionsfähigkeit übertrifft;

3. dieses beste Korn befindet sich in der besten Ähre der betreffenden Pflanze;

4. die Produktionsfähigkeit des Kornes wird in verschiedenem Maße auf die Nachkommenschaft vererbt;

5. folgerichtige sorgfältige Auslese verstärkt die Vorzüge, die dem Korn eigen sind;

6. die anfangs rasch vorwärtsschreitende Verbesserung wird allmählich langsamer und bleibt nach einer langen Reihe von Jahren scheinbar stehen, so daß praktisch für die Verbesserung in der gewünschten Richtung eine Grenze erreicht wird;

7. eine weitere Auslese erhält die erzielte Verbesserung und führt zu einer konstanten Sorte.

Indem er in dieser Richtung im Laufe einer ganzen Reihe von Jahren arbeitete, erzielte Hallet in einigen Fällen bedeutende Ergebnisse. So hatte die Weizensorte „Viktoria" in der Ausgangsähre 53 Körner, während nach 6 Jahren dieser Weizen im Durchschnitt bereits 81, nach abermals 6 Jahren schon 101 Körner brachte. Eine andere Sorte „Goldentrop", die anfänglich 32 Körner in der Ähre hatte, ergab nach 5 Jahren 66, nach abermals 5 Jahren 82 Körner. Hallet traf aber auch auf solche Sorten, die ihre Eigenschaften nur befestigten und die Beständigkeit ihrer Vererbung auf die Nachkommenschaft verstärkten (Nowacki).

In dieser allgemeinen Beschreibung wurden zu jenen Zeiten völlig verschiedene Dinge vermengt:

1. Die Reaktion innerhalb eines Typus (das, was man heute als „reine Linie" bezeichnet) auf verbesserte Ernährung, großen Standraum und andere Kulturverhältnisse; mit anderen Worten, die Einwirkung der Mast und nicht der Züchtung. Diese Wirkung verschwindet, wenn die Nachkommenschaft der „gemästeten" Exemplare in die gewöhnlichen Verhältnisse des Feldanbaues zurückgebracht wird.

2. Die Möglichkeit, im Versuchsgarten besser als auf dem Felde die einzelnen Formen zu vergleichen, die dort infolge größeren Standraumes die Möglichkeit haben, ihre individuellen Eigenschaften in Erscheinung treten zu lassen. Der Zweck eines solchen Vergleiches ist die Auswahl der einen und die Entfernung der anderen Formen.

Wird die Auslese auf größte Ertragsfähigkeit in einer Population verschiedenartiger Formen, die unter optimalen Ernährungsverhältnissen und bei vergrößertem Standraum heranwachsen, vorgenommen, so kann sie leicht zur Auslese später reifender Formen führen.

Deswegen darf man bei einer derartigen Auslese die Verhältnisse des Ortes nicht außer acht lassen, für den die Sorte bestimmt ist, um zusammen mit den Verbesserungen nicht solche Eigenschaften anzuzüchten, die für die örtlichen Verhältnisse des Feldanbaues nicht passen. In dieser Hinsicht ist der Versuch von Mokry (Ungarn) sehr lehrreich (von der negativen Seite). Er verbesserte nach der Methode von Hallet den Banater Weizen, wobei er jedoch keine solche

strenge Auslese ausübte wie HALLET, sondern nur die besten Ähren aussuchte. Nach einigen Jahren erreichte er, wie es schien, glänzende Ergebnisse. Die Zahl der Körner in der Ähre hatte sich bedeutend vermehrt (von 28 auf 46), ihr Stärkegehalt war gestiegen, die Pflanzen entwickelten sich prächtig, sie besaßen härteres und längeres Stroh, größere Blätter (alles im Vergleich mit dem besten Banat-Weizen). Aber dafür verlängerte sich die Vegetationsperiode um etwa 2 Wochen. Infolgedessen begann dieser verbesserte, seinen Eigenschaften nach prächtige Banater Weizen in trockenen Jahren stärker zu leiden als der nichtverbesserte, und diese Verluste übertrafen die Vorteile, die bei der Aussaat des verbesserten Weizens in feuchten Jahren erreicht wurden. Ähnlich mißglückte auch der Versuch von RIMPAU, die Methode von HALLET auszunutzen. Der dünn ausgesäte Weizen erfror in Deutschland. Endlich versuchte bei uns im Gouvernement Tula I. A. STEBUT diese Methode auf Roggen anzuwenden. Aus diesem Anlaß sagte er[1]: „Ich wollte, indem ich den von mir aufgefundenen Roggen örtlicher Herkunft in der Wirtschaft durch eine alljährlich sorgfältige Sortierung der Samen zu verbessern suchte, im Jahre 1889 eine weitere Verbesserung des Roggens nach der Methode von HALLET und nach der eben angeführten von MOKRY versuchen. Nachdem ich die besten Ähren ausgelesen hatte, nahm ich aus diesen die besten mittleren Körner und säte sie mit einer Reihenentfernung von 30 cm und einer Entfernung von 15 cm in den Reihen im Garten in einen Boden, der vor etwa 2 Jahren durch Rodung von Birken und Akazien urbar gemacht worden war. Dieser Roggen wurde im Herbst und im Frühjahr gehackt. Die Pflanzen entwickelten sich außerordentlich üppig, sie bestockten sich stark und bildeten bis zu 20 cm lange Ähren mit einer Körnerzahl bis zu 97; aber die Körner waren derart schmächtig, daß es unmöglich war, den Versuch fortzusetzen. Allerdings war der Sommer 1890 außerordentlich trocken. Aber die Dürre trat erst nach Ende Juli ein und das Roggenkorn im Felde, das noch vor der Dürre gut ausgebildet wurde, fiel voll und schwer aus. Die Körner des stark bestockten Versuchsroggens dagegen konnten sich vor Eintritt der Dürre nicht ausbilden und blieben schmächtig."

Es ist klar, daß in diesem Versuch die Anwendung der betreffenden Kulturmaßnahmen mißglückt war; deswegen hat sich auch der Versuch einer Züchtung unter diesen Verhältnissen nicht verwirklicht.

Es ist wahr, daß viele Sorten HALLET überlebt haben und eine bedeutende Verbreitung erfuhren; folglich haben sie sich als konstant auch nach dem Aufhören der Zuchtmaßnahmen erwiesen. Der Erfolg der HALLET-Sorten hing offenbar von der glücklichen Wahl der *Ausgangsform* ab, mit der die „reine Zucht", die der Verbesserung nach der HALLET-Methode unterzogen wurde, begonnen wurde (pedigree-culture). In einem solchen Fall müssen wir, ohne die Ergebnisse von HALLET abzulehnen, die von ihm gegebene Erklärung als eine *vermeintliche* ansprechen. Hierin liegt oft die Schwierigkeit, ältere Ergebnisse auszunutzen. Trotz des bestimmten Erfolges des Vertreters einer gewissen Methode kann es sich ereignen, daß die Ursache in etwas anderem lag.

Während HALLET auf die Plastizität des Organismus, auf seine Fähigkeit zur Verbesserung bei allmählicher Auslese rechnete, waren die Vertreter anderer Richtungen bestrebt, bestehende Abweichungen aufzufinden, die ihre Besonderheiten mit vollkommener Konstanz vererben könnten.

Die Abweichungen der zweiten Art („zufällige") benutzte SHIREFF zur Auslese früher als alle anderen. Als Ausgangspunkt wählte er eine Pflanze, die

[1] Siehe I. A. STEBUT: Anomalien in der Entwicklung der Roggenpflanze und ihre landwirtschaftliche Bedeutung. 1891.

morphologisch in irgendeiner Weise vom allgemeinen Typus abwich, d. h. er verfuhr gerade umgekehrt im Vergleich zu HALLET, der die für die Sorte charakteristischsten Ähren wählte. „Viele denken", sagte SHIREFF, „daß die Pflanzen durch geschickte Behandlung verändert werden können. Meine Erfahrung hat mir aber gezeigt, daß eine gesicherte Verbesserung irgendeiner Art nur durch Auffinden neuer Formenkreise möglich ist"[1]. Die Hauptmaßnahmen zur Heranzüchtung verbesserter Sorten nach SHIREFF sind: *Beobachtung* des Auftretens natürlicher Abweichungen, *Herauswählen* der besten von ihnen und schließlich ihre formenreine *Vermehrung*. Aber nicht jede Formveränderung stellt eine Verbesserung dar. Um auf eine Abweichung zu stoßen, durch welche die Pflanzen verbessert werden, ihre Ertragsfähigkeit gesteigert wird, muß man sehr viel Material haben und langsam vorwärtsschreiten. Deswegen gelang es SHIREFF, der anfänglich starke morphologische Abweichungen suchte, im Laufe von fast 40 Jahren (von 1819—1856) nur 4 Sorten zu züchten, die allgemeine Bedeutung erlangten (Hopetown-Hafer, Munhoswell-, weißer Hunter- und weißer Hopetown-Weizen). Darauf setzte er die Ansprüche an den Grad der morphologischen Unterschiede etwas herab und begann die Zusammensetzung der einzelnen Rassen zu untersuchen, indem er sie in die zusammensetzenden Formen zerlegte (womit er sich dem näherte, was später mit der Heraussonderung der „Elementararten", der „reinen Linien" usw. bezeichnet wurde). So las er 70 Weizenähren aus, bei denen gewisse Abweichungen in Erscheinung zu treten begannen. Er untersuchte die Nachkommenschaft dieser Pflanzen getrennt und behielt davon nur 3 Formen, die er möglichst schnell rein vermehrte und als drei neue Sorten herausgab, die Erfolg hatten und teilweise auch über die Grenzen Englands drangen. Vom Jahre 1862 ab begann er, dieselbe Methode auch bei der Züchtung von Hafersorten anzuwenden. Er erhielt ebenfalls sofort einige konstante Formen (den Schluß seiner Tätigkeit widmete er danach Versuchen mit Fremdbestäubung bei Weizen und anderen Getreidearten). *Auf diese Weise war für* SHIREFF *die Auswahl einer gewissen Form der Abschluß in der Sortenzüchtung, während bei* HALLET *die Auswahl der Ausgangsähre nur der Anfang der langsamen Arbeit einer mehrjährigen Verbesserung der betreffenden Sorte war.*

Es ist selbstverständlich, daß die Unterschiede derjenigen Pflanzen auf die Nachkommenschaft sicherer vererbt werden, die sich selbst bestäuben wie Weizen, und unsicherer bei denjenigen Pflanzen, die Fremdbefruchter sind wie z. B. Roggen; hier muß man die Pflanzen isoliert voneinander anbauen. Daß bei Ausschluß von Fremdbestäubung bei Roggen immerhin eine Befestigung der morphologischen Unterschiede möglich ist, zeigt ein Versuch von WOLLNY, der hierzu zwei Ähren benutzte, die er auf dem Versuchsfelde bei München gefunden hatte. Die eine Ähre war kurz mit dicht aneinandersitzenden Ährchen und kurzen Grannen; die andere Ähre hatte die entgegengesetzten Merkmale. Er züchtete daraus zwei Sorten, die ihren Eigenschaften nach zwei Übergangsformen entsprachen, aber nur bei völliger Isolierung von jeglichen anderen Roggenpflanzen konstant waren. Die Ausführungen beziehen sich aber nicht auf Abweichungen, die durch verstärkte Ernährung hervorgerufen wurden. Einige versuchten z. B. konstante dreikörnige Roggensorten zu züchten, indem sie die bisweilen auftretende Dreikörnigkeit der Ährchen benutzten. Es stellte sich aber heraus, daß das Auftreten einer dritten Blüte im Ährchen keine „zufällige Abweichung" ist, sondern ein Merkmal, das voll und ganz von der Ernährung abhängt und sich infolgedessen unsicher vererbt. Allerdings gelang es BLOMEYER auf dem Versuchsfelde bei Leipzig endlich eine Sorte mit 75 % dreikörniger Ährchen zu erhalten, wobei jedoch das 3. Korn der Qualität nach hinter den beiden anderen zurückstand; aber bei der Übertragung in die Verhältnisse des gewöhnlichen Feldanbaues fällt der Prozentsatz der dreikörnigen Ährchen allmählich ab. I. A. STEBUT äußerte die Ansicht, daß man von diesem Bestreben, die Zahl der Körner im Roggenährchen zu vergrößern, überhaupt keine guten Ergebnisse erwarten darf, weil sogar die beiden normalen Körner des Ährchens bei Dreikörnigkeit weniger entwickelt sein können; das dritte Korn aber ist immer kleiner als die beiden anderen. Infolgedessen kann die Dreikörnigkeit die Qualität der Ernte herabsetzen.

[1] Zitiert nach NOWACKI.

Die Methode der allmählichen Verbesserung, die HALLET anwandte, und die Methode von SHIREFF, die darin bestand, abweichende Formen aufzufinden und zu isolieren, bildeten die Grundlage zu zwei verschiedenen Richtungen in der Frage der Verbesserung der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. Der Streit über die Begründung der einen wie der anderen Methode dauerte lange und ein halbes Jahrhundert nach SHIREFF erreichte er vielleicht infolge der Verbindung dieser Frage mit den Grundlagen der Evolutionslehre seine größte Belebung.

Im Jahre 1859 erschien die „*Entstehung der Arten*" von DARWIN, in der sowohl den gewöhnlichen individuellen als auch den schroffen „sprunghaften" Artveränderungen eine große Rolle bezüglich der Lieferung an Material für die Auslese im Kampf ums Dasein zugeschrieben wurde, ohne daß DARWIN der Veränderung durch die eine oder andere Art eine vorherrschende Bedeutung zugeschrieben hätte. WALLACE geht in seinem Buche über den Darwinismus bereits ausschließlich von der gewöhnlichen individuellen Veränderlichkeit aus, indem er sie zur Erklärung der Entstehung der Arten unter der Einwirkung natürlicher Auslese für genügend hält.

Man kann sagen, daß am Ende des 19. Jahrhunderts unter den Pflanzenzüchtern des Kontinents das Bestreben vorherrschte, diese gewöhnliche Veränderlichkeit dadurch auszunutzen, daß man die Sorte allmählich mit Hilfe einer folgerichtigen Auslese verbesserte, ähnlich wie HALLET seine Pflanzen verbesserte (aber nicht wie SHIREFF). Wenn HALLET nur von einer Pflanze ausging, die deutschen Saatzüchter aber (RIMPAU u. a.) bestrebt waren, ihre Sorten zu verbessern, ohne „reine Linien" zu ziehen, so taten sie das nur, weil sie ihre Sorten als etwas Ganzes, Homologes betrachteten. Der andere Unterschied bestand darin daß HALLET eine dünne Saat und Individualbeobachtung anwandte. RIMPAU aber u. a. deutsche Saatzüchter befaßten sich mit einer Verbesserung unter den Verhältnissen des gewöhnlichen Feldanbaues. Aber den Grundgedanken des folgerichtigen Summierens kleiner Veränderungen, das schließlich zu einer wesentlichen Verbesserung führte, hatten sie gemeinsam. In der Tat aber hing ihr Erfolg gewöhnlich nicht von der Plastizität der Art, sondern von ihrer Zusammensetzung und dem Fehlen einer Einteilung in Elementarformen ab[1].

Im Jahre 1886 bildete sich in Südschweden der Verein der Landwirte zur „Veredelung" der Getreidearten[2], der für die Arbeiten in dieser Richtung eine besondere Station in Svalöf gründete, die späterhin auch vom Staat unterstützt wurde. Als erster Leiter wurde NEERGAARD berufen, der sich zum Ziel setzte, eine methodische (Massen-) Auslese nach deutschem Muster auszuüben, wie sie z. B. im Buche von v. RÜMKER 1889 beschrieben ist[3], d. h. eine Auslese von für die Sorte typischen Pflanzen in bedeutender Menge, gemeinsame Aussaat derselben und Vernichtung alles Unerwünschten im weiteren Verlauf der Arbeit. Bei einer großen Zahl zu untersuchender Sorten begann man die Auslese mit der Auswahl ganzer Pflanzen, indem man Stauden mit gleichlangen Halmen und mit typischen, auf den verschiedenen Halmen gleichmäßig entwickelten Ähren bevorzugte. Ferner wurden die Ähren nach dem Gewicht, nach der Größe und nach der Zahl der Ährchen und der Körner sortiert. Endlich wurden die Körner nach ihrer Lage in den Ähren oder Rispen eingeteilt, indem man sie mit Hilfe des Diaphanoskopes und anderer Apparate untersuchte. „Man kann behaupten", sagt ULANDER, „daß niemals und anderswo die methodische Züchtung in solchem Maßstabe, mit solchen Bemühungen und mit solchen vollkommenen Hilfsmitteln ausgeführt worden ist wie in Svalöf". Aber das Ergebnis war wenig tröstend. Als nach 6 Arbeitsjahren der Nachfolger von NEERGAARD, NILSSON, das Ergebnis der Arbeiten feststellte, fand er, daß es unmöglich war, diese Ver-

[1] Siehe weiter unten über JOHANNSEN.
[2] Siehe ULANDER: Die schwedische Pflanzenzüchtung in Svalöf. J. Landw. 54.
[3] Russische Übersetzung 1891.

suche fortzusetzen, bei denen das Mißlingen als Regel, ein Erfolg aber als Ausnahme anzusehen war. Er erkannte die Ungleichartigkeit des zu verbessernden Materials. Unter 190 Winterweizennummern zeigten nur 9 oder 10 völlige Gleichartigkeit und es stellte sich heraus, daß jede von ihnen aus Körnern einer einzigen Ähre hervorgegangen war. Im Jahre 1893 schlug NILSSON einen anderen Weg ein, indem er den gemischten Anbau aufgab und die Nachkommenschaft einzelner Pflanzen zu erforschen begann, um diese Kulturen in morphologischer und wirtschaftlicher Hinsicht untereinander zu vergleichen.

Der Versuch bestätigte seine Erwartung, weil die reinen Linien völlige Gleichartigkeit zeigten, zum Unterschied von den gewöhnlichen Sorten, von denen sogar die am sorgfältigsten gezüchteten nichts Gleichartiges darstellen, sondern aus einem ganzen Formenkomplex bestehen, der seine Merkmale hartnäckig auf die Nachkommenschaft vererbt. So kann man unter den Rispenhafersorten Formen mit hängenden oder senkrecht zum Haupthalm stehenden oder sogar mit unter einem gewissen Winkel nach oben gerichteten Rispenzweigen unterscheiden; Formen, die 1- bis 2blütige Ährchen ausbilden und Formen mit 2- bis 3blütigen Ährchen, Formen mit verschiedener Färbung der Spelzen usw. Hand in Hand mit diesen Merkmalen gehen manchmal auch mehr oder weniger große Frühreife und andere Veränderungen der physiologischen Eigenschaften. Die Aufgabe der neuen Richtung in Svalöf war: Die Schaffung eines botanischen Systems für die Einteilung solcher elementarer Komponenten der gewöhnlichen Sorten, um sie unterscheiden zu können, die Aussonderung dieser Komponenten mit Hilfe von Reinkulturen und die Feststellung, welche von ihnen wirtschaftlichen Wert besitzen. Die Arbeit wurde in breitem Maßstabe begonnen. Im Jahre 1893 wurden 2000 Parzellen mit zu untersuchenden Formen angelegt. Im Jahre 1906 erreichte ihre Zahl bereits 4000. Diese Parzellen werden in 3 Gruppen eingeteilt, und zwar: 1. Parzellen mit Pflanzen, die untersucht werden sollen (diese Parzellen sind am zahlreichsten). 2. Kontrollparzellen, in denen in etwas größerem Umfange (600 Körner) nur solches Material untersucht wird, von dem entweder eine erhöhte Leistung oder das Auftreten irgendwelcher anderer wünschenswerter Eigenschaften erwartet wird. Die Pflanzen, die in diese Parzellen kommen, werden unter einer besonderen Nummer in das „Zuchtbuch" eingetragen. Diese Nummer behalten sie so lange, bis die betreffende Sorte unter einem besonderen Namen auf den Markt gebracht wird oder bis sie als untauglich ausgeschlossen wird. 3. Parzellen für Vergleichsversuche, 50 qm groß, je drei Parzellen von einer Sorte. Hier wird die Ernte von der Flächeneinheit bewertet, um die Sorten nach ihrer Leistungsfähigkeit unter Verhältnissen, die dem Feldanbau nahestehen, im Laufe einer Reihe von Jahren zu vergleichen. Diejenigen Sorten, für die im Laufe mehrerer Jahre die günstige Charakteristik bestätigt wird, werden von Svalöf zur Vermehrung und Verbreitung einer besonderen Aktiengesellschaft übergeben, die über ein Gut von 660 ha verfügt. Diese Aktiengesellschaft ist ein kaufmännisches Unternehmen, das, obgleich es auch unter der gesellschaftlichen Kontrolle arbeitet, seiner Organisation nach von dem wissenschaftlichen Institut in Svalöf etwas gänzlich Abgetrenntes darstellt.

Der hier kurz beschriebene Arbeitsweg brachte Svalöf großen Erfolg. Bereits im Jahre 1901 kamen 18 neue hervorragende Sorten heraus (9 Weizen-, 6 Gersten-, 3 Hafer- und 4 Wickensorten). In vieler Hinsicht wurde Svalöf zum Musterbeispiel für die Zuchtstationen der Nachbarländer.

„Jetzt, wo bei den Schweden Svalöf entstanden ist, bleibt uns nichts anderes übrig, als entweder von ihnen zu lernen und ihre Organisation in einer für uns entsprechenden Form auszunutzen oder aber uns in diesem Wettstreit als zurückgeblieben anzusehen" — dies ist die Folgerung, die in Deutschland von STUTZER und GISEVIUS nach dem Bekanntwerden mit Svalöf gemacht wurde.

Nilsson formulierte die Ergebnisse seiner Versuche in Svalöf folgendermaßen: 1. Die früher angewandte sog. methodische Massenauslese erfüllte nicht die auf sie gesetzten Hoffnungen; ihrer Art nach konnte sie dieses auch nicht. 2. Die Veredlung innerhalb einer Population führt selbst bei der besten mechanischen Einrichtung zu keiner Konstanz und zu keiner Bildung gut charakterisierter neuer Sorten. 3. Die Veredlung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen muß ausschließlich auf den in der Natur zu beachtenden Gesetzen der Vererbung und Veränderung begründet werden, die darauf hinweisen, daß nur ein Einzelindividuum als Ausgangseinheit angenommen werden darf (pedigree culture).

Hier besteht keine Übereinstimmung mit der Methode von Hallet (wie jener sie auffaßte): Hallet ging von einem Individuum aus, um auf dieses Individuum einzuwirken; hier aber wird es als etwas Fertiges, Konstantes angenommen mit dem einzigen Zweck, es zu erforschen, zu bewerten und zu vermehren.

4. Die ganze Sortenzüchtung muß auf wissenschaftlicher Grundlage organisiert sein, auf der Ausnutzung der botanischen (morphologischen) Merkmale. Sie muß in besonderen Anstalten konzentriert sein, die über die erforderliche Einrichtung und über Spezialpersonal verfügen. Den Landwirten bleibt immerhin noch die wichtige und dankbare Aufgabe vorbehalten, die neuen Sorten durch eine methodische Auslese in der erforderlichen Reinheit zu erhalten[1].

Wir haben die Geschichte von Svalöf und die erreichten Ergebnisse in Kürze so beschrieben, wie sie von den Leitern des Institutes selbst angegeben werden; es wäre aber voreilig, diese Formulierung als endgültig und erschöpfend anzunehmen.

Ungefähr zur selben Zeit, als Svalöf in Schweden gegründet wurde (1886), begann der holländische Botaniker de Vries seine Arbeiten mit der Erforschung der Variabilität bei Pflanzen, die ihn zur Aufstellung der sog. *Mutationstheorie* führten (1901 von ihm vorgetragen). Nach dieser Theorie erklärt sich die Herkunft der Arten ausschließlich durch die sog. willkürlichen („zufälligen", plötzlichen) Abweichungen. de Vries nimmt an, daß die Eigenschaften der Organismen aus getrennten Einheiten zusammengesetzt sind, die sofort ganz, aber nicht allmählich, entweder auftauchen oder verschwinden, so daß die neuen Formen plötzlich ohne Übergänge entstehen. Ferner nimmt de Vries an, daß die gewöhnliche Variabilität nicht zur Bildung neuer Formen führt, weil diese Abweichungen immer gering sind und die Neigung besitzen, zur Mittellinie zurückzukehren (wie das Perpendikel zur Senkrechten), und daß nur sprunghafte, plötzliche Artveränderungen den Anfang neuer Formen bilden, die sofort konstant auftreten. Dieses Auftreten konstanter neuer Formen bezeichnet de Vries mit „*Mutation*" im Gegensatz zur Variation, der gewöhnlichen individuellen Variabilität. Man braucht nicht anzunehmen, sagt de Vries, daß die Mutationen unbedingt schroffe Veränderungen darstellen müssen. Die neu auftretenden Formen ordnen sich gewöhnlich den Kategorien der „Elementararten", nicht aber denjenigen der Artverschiedenheiten unter. Die Mutationen erfolgen nach verschiedener Richtung. Der Kampf ums Dasein aber läßt nur diejenigen von ihnen am Leben, bei denen die neuen Merkmale hinsichtlich der Lebensfähigkeit nicht negativ sind. Der Kampf ums Dasein vernichtet infolgedessen, schafft aber keine neuen Arten. Ebenso kann auch die Selektion nach de Vries nur das Beste von dem auslesen, was schon existiert und was infolge der Mutation neu erscheint; selbst schafft sie aber keine neuen konstanten Formen. Es sei erwähnt, daß auf diese Weise die Ausführungen von de Vries eigentlich weder die Bedeutung des Kampfes ums Dasein noch die Rolle des Sortenzüchters in der Frage der Gewinnung neuer Sorten schmälern. Er schließt aus der Zahl der

[1] Ulander, a. a. O.

Faktoren der Artbildung nur das Auftreten der gewöhnlichen Variabilität aus, weil sie nicht erblich ist. Man muß aber bemerken, daß seltene und starke zufällige Abweichungen früherer Autoren bei DE VRIES das Aussehen gewöhnlicherer und der Beobachtung sich unterziehender Mutationen erhalten, die nach dem Maß ihrer Abweichung oft die Grenzen einer gewöhnlichen Variabilität nach den früheren Vorstellungen nicht überschreiten, die sich aber von ihnen durch eine günstige Eigenschaft einer konstanten Vererbung auf die Nachkommenschaft unterscheiden.

Kurz vor dem Erscheinen des Buches von DE VRIES trat der Akademiker KORSCHINSKY mit der Theorie der *Heterogenesis* an die Öffentlichkeit, bei deren Aufbau er, wie auch DE VRIES, die Hauptbedeutung an der Entstehung der Arten den plötzlichen Abweichungen zuschrieb. In der vorangegangenen Mitteilung hatte KORSCHINSKY eine große Anzahl von Beispielen über das Auftreten neuer Formen in der jüngsten Vergangenheit auf dem Wege der Heterogenesis (später der Mutation von DE VRIES) gesammelt; aber sein frühzeitiger Tod erlaubte es KORSCHINSKY nicht, seine Arbeiten zu beenden.

„Nach der Mutationstheorie sind die Arten nicht durch eine allmähliche, im Laufe von Jahrhunderten und Jahrtausenden fortgesetzte Auslese entstanden, sondern stufenweise durch plötzliche, wenn auch ganz kleine Umwandlungen. Im Gegensatz zu den Variationen, welche gradlinig fortschreitende Veränderungen sind, zweigen die als Mutation zu bezeichnenden Umgestaltungen in neuen Richtungen ab. Sie treten nur von Zeit zu Zeit und wahrscheinlich unter der Einwirkung bestimmter Ursachen periodisch auf“[1].

Als DE VRIES mit seiner Mutationstheorie an die Öffentlichkeit trat (im Jahre 1900), waren ihm die Svalöfer Arbeiten noch unbekannt. Aber im Jahre 1908 widmete DE VRIES, indem er in seinem Buche „Pflanzenzüchtung“ die Hauptrichtung auf dem Gebiet der künstlichen Auslese charakterisierte, Svalöf ein besonderes Kapitel, das er betitelte: *„Die Entdeckung elementarer Arten bei den landwirtschaftlichen Pflanzen durch Hjalmar Nilsson“*.

DE VRIES sah in den Svalöfer Ergebnissen eine volle Bestätigung seiner Anschauungen und sieht die Svalöf-Sorten als Produkte teils einer früheren, teils einer neuzeitlichen Mutation an. Zu derselben Ansicht neigten auch die Leiter der Svalöf-Station, nachdem sie mit der Mutationstheorie von DE VRIES bekannt geworden waren[2].

Indessen will es scheinen, daß in der Geschichte zweifellos Fälle bekannt sind, in denen konstante Sorten mit Hilfe einer einfachen langjährigen Auslese zur Verbesserung der Getreidearten gewonnen worden sind. Vom Standpunkt der Konstanz der elementaren Arten aus lassen sich diese Fälle dadurch erklären, daß das Ausgangsmaterial aus einer beträchtlichen Anzahl solcher Arten bestand; man unterschied sie zu jener Zeit aber nur noch nicht. Indem man im Laufe einer Reihe von Jahren das Beste heraussuchte und das weniger Leistungsfähige entfernte, erhielt man unbewußt schließlich die leistungsfähigste Form, die konstant war und nun auch nicht mehr zurückschlug, weil sie eine reine Linie darstellte. Dasselbe Ergebnis konnte man aber auch eher erreichen, wenn man nicht die Körner aus einer „Handvoll bester Ähren“ mischte, sondern sie getrennt aussäte und die Nachkommenschaft in ihrer Leistungsfähigkeit vergleichen würde, wie dies in Svalöf gemacht wird.

Im Jahre 1903 erschien die Arbeit von JOHANNSEN: „Über die Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien“, der sich noch kategorischer als DE VRIES für die Konstanz der elementaren Arten und für die Unmöglichkeit, sie durch eine Auslese zu verbessern, aussprach. JOHANNSEN begann mit einer experimentellen Kontrolle des sog. Gesetzes der Regression, das GALTON voraussagte und

[1] Mutationstheorie 1, 150.
[2] ULANDER, a. a. O.

das in folgendem besteht: Liest man die größten Samen aus, so ist ihre Nachkommenschaft größer als das allgemeine Mittel (für das betreffende Jahr), aber weniger groß im Durchschnitt als sie selber (oder das gleiche für ausgelesene kleine Samen: Ihre Nachkommenschaft ist kleiner als das allgemeine Mittel, aber im Durchschnitt größer als sie selber). Dasselbe kann man auch noch auf eine andere Weise ausdrücken in Verbindung mit der sog. GALTONschen *Kurve.* Teilt man die Samen nach Größengruppen ein (oder nimmt man ein anderes Merkmal: Die Länge der Blätter, die Größe eines Menschen usw.) und trägt man diese Gruppen auf einer wagerechten Linie durch Punkte ein, die in gleichen Abständen angebracht sind, legt man ferner auf den Senkrechten, die diesen Punkten entsprechen, die Größen an, welche die Zahl der Samen angeben oder überhaupt die Zahl der Individuen irgendeiner Art in jeder Gruppe, so erhalten wir eben die GALTONsche Kurve (oder von KETTLE), die sich in der Mitte hebt und an den Rändern wieder senkt entsprechend der allgemeinen Regel, daß die mittleren Größen vorherrschen, die Extreme aber seltener sind. Diese Kurve drückt die allgemeine Gesetzmäßigkeit für die Erscheinungen der gewöhnlichen Veränderlichkeit (Fluktuation) aus. So haben wir in der Abb. 2 ein Schema für die Verteilung von Rüben nach Gruppen mit verschiedenem Zuckergehalt und in der Abb. 3 die Verteilung der Samen der Fisole nach Gruppen verschiedener Größe; dieselbe Gesetzmäßigkeit

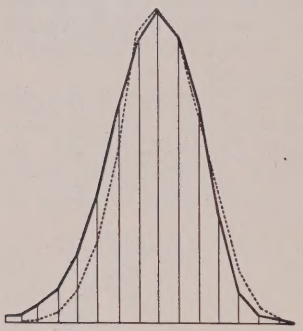


Abb. 2. Die Verteilung der Rübenwurzeln nach Gruppen verschiedenen Zuckergehaltes. (Die errechnete Kurve ist punktiert und die tatsächlichen Verhältnisse sind durch die ausgezogene Kurve dargestellt.)

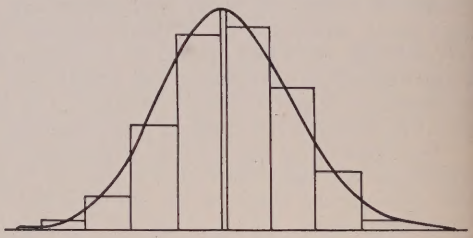


Abb. 3. Anzahl der kleinen, mittleren, großen Samen. Die errechnete Kurve und die tatsächlichen Verhältnisse (die letzteren sind durch Rechtecke dargestellt).

treffen wir auch bei den Getreidearten an. Das Gesetz der Regression muß darin seinen Ausdruck finden, daß bei einer Züchtung, die nicht von mittleren Exemplaren ausgeht, der Gipfel der Kurve für die Nachkommenschaft doch immer bestrebt sein wird, sich der Mitte zu nähern; die Frage ist nur die, wie weit. Nach GALTON kann die Auslese der äußersten Glieder (links oder rechts) in der Nachkommenschaft den Gipfel der Kurve etwas verschieben, aber nicht auf die ganze Größe, die den mittleren Eigenschaften der zum Versuche genommenen Gruppe entsprechen müßte. Aber GALTON hatte es mit einer Mischung von Formen und nicht mit Elementararten zu tun (und auch nicht mit *reinen Linien*, unter denen JOHANNSEN die Nachkommenschaft eines einzigen sich selbst bestäubenden Individuums versteht). Also kann man sich vorstellen, daß bei einer Auslese von z. B. großen Samen in diese Gruppe teilweise auch Samen großkörniger Linien geraten und daß diese Linien ihre Eigenschaften vererben, daß teilweise wieder individuell große Körner anderer Linien in die Mischung geraten, die keine solch großkörnige Nachkommenschaft erzeugen. Im ganzen aber wird der Kurvengipfel in der Nachkommenschaft um eine Größe verschoben, die geringer ist als diejenige der verwendeten Samen (Regression).

Ist diese Annahme richtig, *so darf in reinen Linien überhaupt keine Verschiebung des Kurvengipfels möglich sein*, d. h. die Nachkommenschaft muß eine volle Regression aufweisen, eine Rückkehr zum elterlichen Typus. Einen solchen Versuch mit reinen Linien hat JOHANNSEN auch ausgeführt (mit der Fisole und mit Gerste). Für einige reine Linien konnte in der Nachkommenschaft eine genügende Samenzahl erhalten werden, um sie nach Größengruppen innerhalb einzelner Linien einzuteilen und die Einwirkung auf die Größe der folgenden Generation zu beobachten. Das Ergebnis war gleich Null (oder es lag innerhalb der Fehlergrenzen. Z. B. ergaben die kleinen Samen eine Nachkommenschaft mit einem Verhältnisgewicht von 99,5—103,1—101,2—101,5—101,1 bis 99,7%; die großen dagegen ergaben: 99,7—101,4—98,4—99,2—100,5—103,4%, wenn man das Mittel = 100 setzt. Daraus folgert JOHANNSEN: *Die Selektion innerhalb der reinen Linien ist erfolglos; es entsteht eine völlige Regression.* Die Verschiebung der mittleren Eigenschaften nach GALTON wird nur in einer Population beobachtet. Der Erfolg der Züchtung (Massenauslese) in der Vergangenheit wird eben dadurch erklärt, daß man mit einem gewöhnlichen, ungleichartigen Material gearbeitet hatte[1].

Diese Tatsachen sprechen sozusagen zugunsten der Anschauungen der Mutationisten. Aber angenommen, daß diese völlig richtig sind und über die Grenzen derjenigen Objekte verallgemeinert werden können, bei denen die Beobachtungen gemacht wurden, welche Folgerungen müßten sich daraus für die Verbesserung der Kulturpflanzen einerseits und für die allgemeinen Schlüsse über die Entstehung der Arten andererseits ergeben?

Die Antwort auf diese Frage hängt in bedeutendem Umfange davon ab, ob Mutationen seltene Ausnahmen bilden, so daß man auf sie keine künstliche Auslese noch Hypothesen über die allmähliche Bildung von Arten in der Natur aufbauen darf, oder sind die Mutationen eine fast ständige Erscheinung, eine der Veränderlichkeitsformen, die sowohl in der einen als auch in der anderen Richtung ausgenutzt werden kann? Wir wollen prüfen, wie auf diese Frage die Mutationstheoretiker selbst antworten.

„Bis jetzt habe ich die Zuchtstämme in Svalöf als konstant und einheitlich beschrieben (ausgenommen die Fälle von Kreuzungen). Aber selbst in den reinsten Rassen treten von Zeit zu Zeit Veränderungen auf, wenn sie auch selten sind. Tausende von Pflanzen besitzen denselben Charakter, dieselben Eigenschaften. Dies eben ist auch das besondere Merkmal und der Vorzug des Svalöfer Systems. Aber von Zeit zu Zeit beginnt eine einzelne von diesen tausenden Pflanzen, Neubildungen zu geben und nach einem bestimmten Merkmal von der Grundform abzuweichen. Von der praktischen Seite betrachtet ist dies nichts anderes als der Anfang einer neuen Auslese, ein Ausgangspunkt für eine neue Rasse . . ."

„*Einige sehr gute Neuheiten sind in Svalöf auf diesem Wege erhalten worden.* Diese Veränderungen treten ebenso unerwartet und plötzlich auf wie die gewöhnlichen Mutationen"[2].

---

[1] Siehe JOHANNSEN: Über die Erblichkeit in reinen Linien und Populationen. 1903. — Den Vortrag der wichtigsten Theorien des erwähnten Gebietes siehe bei LOTSY: Vorlesungen über Deszendenztheorien. 1908. — Ebenfalls bei JOHANNSEN: Elemente der exakten Erblichkeitslehre. 1909. — Einen Vortrag in leicht begreiflicher Form siehe bei W. L. RUDSINSKY: Vorlesungen über Samenbau, auch im Buche von A. I. STEBUT: Sortenzüchtung. — Siehe ebenfalls bei ihm: Darwinismus und Mutationslehre. J. exper. Landw. 1909. — W. W. KOLKUNOW: Wirtschaft und Landw. u. Forstw. 1909. — REGEL: Arb. d. Bur. f. angew. Bot. (Auslese vom wissenschaftl. Standpunkt aus) 1913. — Von den neuesten Veröffentlichungen sei vor allen Dingen auf das Buch von S. I. SHEGALOW: Einführung in die Züchtungslehre, 1927 hingewiesen.

[2] DE VRIES: Pflanzenzüchtung, S. 74—75.

Infolgedessen wird anerkannt, daß die Mutationen *nicht selten* sind.

Eine andere Meinung, die hervorzuheben ebenfalls wichtig ist, ist die, daß die Mutationsänderungen auch nicht *stark* zu sein brauchen. Ja noch mehr, sie können für das ungewohnte Auge unbemerkbar sein. Es ist nicht nur das Auge eines erfahrenen Botanikers, sondern dazu noch eines Botanikers erforderlich, der sich in der betreffenden Pflanze spezialisiert hat, um die kleinen Erscheinungen der Mutation bemerken zu können; in Svalöf beschäftigt sich der Spezialist für Roggen nicht mit Gerste und umgekehrt; es ist auch für die Erbse ein besonderer Spezialist vorhanden ebenso für die Kartoffel usw.

Es muß bemerkt werden, daß, wenn früher unter sprunghaften Veränderungen nicht nur etwas Plötzliches und Besonderes sondern auch etwas sehr Deutliches verstanden wurde, heute die Vorstellung über die sprunghaften Veränderungen ganz allmählich auf ein Gebiet herabgesunken ist, das früher als zu demjenigen der gewöhnlichen individuellen Veränderlichkeit gehörig betrachtet wurde. Denn bei der geringfügigen Bedeutung der Abweichungen müßten die Svalöfer Mutanten (wie sie DE VRIES ansieht) nach dem früheren Maßstabe zweifellos in den Reihen der Produkte einer gewöhnlichen Veränderlichkeit untergebracht worden sein; wir scheiden sie aus dieser Reihe aber nur deswegen aus, weil sie sich als erblich erweisen.

Es wurde wiederholt behauptet, daß die Mutationstheorie in Widerspruch zum Darwinismus stünde. Aber von einer gewissen Seite aus betrachtet kann man in ihren heutigen Erscheinungen gerade eine Bestätigung, eine Analogie zu dem Darwinismus erblicken, nämlich wenn sie beweisen würde, daß gewisse äußerlich sehr kleine, mit dem unbewaffneten Auge manchmal kaum bemerkbare Abweichungen konstant vererbt werden können und daß diese Abweichungen genügend häufig wiederkehren, um sogar in der rasch verlaufenden künstlichen Auslese Bedeutung zu erlangen und nicht nur in der über größere Zeiträume verfügenden natürlichen Auslese zur Geltung zu kommen — was bliebe alsdann noch zu wünschen übrig? Allerdings ist hier die Rede von sprunghaften Veränderungen, deren Ausmaße in der Vorstellung der Forscher aber immer mehr und mehr abnehmen.

In der Literatur kennen wir folgenden charakteristischen Vergleich, der seinen Anfang in der Zeit GALTONS genommen und den Zweck hat, den Unterschied zwischen der individuellen und der sprunghaften Veränderlichkeit festzustellen. Stellen wir uns ein vielkantiges Prisma vor, das man mit einer gewissen Anstrengung auf der Ebene rollen kann. Ist der Stoß nicht genügend, so führt das Prisma eine schwingende Bewegung um den Punkt des stabilen Gleichgewichtes herum aus, zu dem es daraufhin auch wieder zurückkehrt. Ein stärkerer Stoß kann aber den Mittelpunkt des Schwergewichtes so weit nach der Seite hin verschieben, daß das Prisma sich auf die folgende Fläche legt und jetzt das um neue stabile Gleichgewicht herum schwingen wird. Diese Schwingungen sind das Auftreten der individuellen Veränderlichkeit; der Übergang zur neuen Lage des Gleichgewichtes entspricht der sprunghaften Veränderung (Mutation). Den vom Prisma zurückgelegten Weg kann man als den Stammbaum der betreffenden Art betrachten; jeder Bruchteil des Weges, der einer Prismenfläche entspricht, bedeutet eine besondere elementare Art, eins der Entwicklungsstadien, die voneinander durch die Linie der Mutation oder der Verschiebung des Schwerpunktes in der Richtung der neuen Fläche hin getrennt sind.

Führen wir diesen Vergleich weiter, so können wir sagen, daß in der letzten Zeit infolge der Anstrengungen der Mutationisten selbst die Flächen des GALTONER Prismas kleiner geworden sind, ihre Zahl aber stark gestiegen ist. Es ist aber

bekannt, daß sich das Prisma bei bedeutender Vermehrung der Flächenzahl immer mehr einem Zylinder nähert.

Außerdem haben wir weiter oben angenommen, daß die Folgerungen der Vertreter der Mutationstheorie tatsächlich ein Recht auf die allgemeine Gültigkeit besitzen, welche jene ihnen selbst verleihen. Andererseits wird aber auf die Vielgestaltigkeit des Auftretens der Veränderlichkeit bei den verschiedenen Formen hingewiesen und auf die Notwendigkeit, den Kreis der Beobachtungen zu vergrößern.

„Verallgemeinerungen auf dem Gebiete der Pflanzenzüchtung sind im höchsten Grade gefährlich und müssen vermieden werden. Eine jede Rasse hat ihre Besonderheiten, die man erforschen und denen man Rechnung tragen muß. Deswegen ist es gefährlich, Schlüsse auf andere Sorten sogar derselben Art auf Grund von Beobachtungen an einer Sorte zu ziehen; noch weniger zulässig ist es aber, eine Folgerung von einer Art oder Gattung auf die andere zu übertragen[1]". „Was für die selbstbestäubenden Pflanzen richtig ist, ist noch lange nicht für die Fremdbestäuber richtig und umgekehrt." Deswegen hält v. Rümker den Streit zwischen den Anhängern einer einmaligen (Svalöf) und der methodischen (deutschen) Auslese in hohem Maße für überflüssig: „Weder die eine noch die andere Seite ist völlig im Recht. Jede Methode der Sortenzüchtung hat ihre bestimmten Ziele und ihr bestimmtes Gebiet der Anwendung. Die Aufgabe der nächsten Zukunft ist die experimentelle Arbeit zur genaueren Trennung dieser Gebiete. Man kann mit Befriedigung feststellen, daß solche Arbeiten jetzt gleichzeitig in vielen Ländern ausgeführt werden."

Es muß noch bemerkt werden, daß die Anerkennung der Konstanz der Elementarformen nicht unbedingt mit der Anerkennung der Mutationstheorie verbunden ist. — Man kann die Mutationstheorie verneinen und gleichzeitig die Konstanz der reinen (homozygoten) Art anerkennen, indem man ihre Plastizität verneint, wie es z. B. Lotsy in seinem Aufsatz: „Progressus rei botanicae" macht, in dem er das Auftreten neuer Formen ausschließlich der Bastardierung zuschreibt und jegliche Bedeutung sowohl der Mutation wie auch der Variation zurückweist.

Zu den obengenannten Überlegungen, wie sie die gegenwärtige Auflage von den vorhergegangenen übernommen hat, muß man jetzt noch hinzufügen, daß die Mutationslehre auf eine Reihe von Widersprüchen gestoßen ist. So wird darauf hingewiesen, daß Mutationen gewöhnlich nur regressiven Charakter haben (Ausfall von Merkmalen) und daß die Objekte, denen die Neigung zur Mutation zugeschrieben wird, einer Bastardherkunft verdächtig sind (Lotsy).

In allen obengenannten Fällen hatten wir es mit Abweichungen zu tun, die sozusagen spontan auftraten, unabhängig vom Willen irgendeines anderen. Es gibt aber auch eine Methode, diese mehr oder weniger erwünschten Abweichungen künstlich hervorzurufen. Eine solche Methode ist das *Kreuzen* zweier Formen. Frühere Kreuzungsversuche wurden grob ausgeführt, wobei nicht immer bekannt ist, was in der neuen Sorte als Folge der Kreuzung und was unabhängig von ihr aufgetreten ist. Nicht selten wurde diese Methode von Personen angewandt, welche die Einzelheiten ihres Verfahrens aus verschiedenen anderen Gründen nicht bekanntgeben wollten. Viele ältere Vertreter der Pflanzenzüchtung griffen zur Kreuzung zu einer Zeit, wo das Verhalten der Bastarde noch so gut wie gar nicht erforscht war. So bediente sich auch Shireff bei der Pflanzenzüchtung der Kreuzung. Ebenfalls Vilmorin in Frankreich, indem er 2 Sorten kreuzte: „Chiddam-Weizen", der sich durch gutes Korn auszeichnete und „Prinz-Albert-Weizen" (mit kräftigem Stroh). Er gewann dadurch den „Dattel-

[1] v. Rümker: Mitt. d. Inst. Breslau 5, 308.

weizen", dem die Vereinigung dieser beiden Eigenschaften zugeschrieben wird. Rimpau kreuzte in Deutschland den einheimischen Weizen mit englischem (der Herkunft nach, aber Triticum vulgare und nicht Triticum turgidum), um die Ertragsfähigkeit des ersteren zu steigern und die Frostempfindlichkeit des zweiten herabzusetzen. Das erstere erreichte er auch; die Frostempfindlichkeit aber blieb bei der Nachkommenschaft erhalten. Man besitzt weiter noch eine ganze Reihe von Kreuzungen von Rimpau, die eher theoretisches Interesse besaßen und das Ziel hatten, die systematische Verwandtschaft der verschiedenen Getreidegruppen zu klären. Er beobachtete, daß verschiedene Weizenformen miteinander gekreuzt in der ersten Generation eine gleichartige Nachkommenschaft ergeben. Die F_1-Generation nähert sich entweder der einen oder der anderen elterlichen Form; die F_2-Generation aber bildet eine Reihe verschiedener Kombinationen der elterlichen Merkmale aus. Manchmal treten auch Merkmale auf, die bei den Ausgangsformen nicht vorhanden waren (Atavismus nach der früheren Terminologie). Übrigens kreuzte Rimpau den in Deutschland angebauten roten begrannten Weizen mit unbegranntem weißen englischen Weizen (der Abstammung nach) und las aus der variationsreichen F_2-Generation 4 Formen aus: 1. eine Form, die der weißen unbegrannten ähnlich war, 2. eine Form ähnlich der roten unbegrannten, 3. eine rote begrannte und 4. eine weiße begrannte Weizenform. Indem Rimpau diese Formen getrennt anbaute, erhielt er nach einigen Jahren konstante Sorten. Rimpau kreuzte außerdem Weizen mit Spelz, wozu er weißen unbegrannten Spelz und roten begrannten Weizen nahm. Die F_1-Generation stand dem Spelz nahe, hatte aber eine rötliche Spelzenfarbe, was auf den Erfolg der Fremdbestäubung hinwies. Die F_2-Generation ergab eine ganze Serie von Kombinationen, die im Widerspruch zu den elterlichen Eigenschaften standen, d. h. rote und weiße Spelzen, begrannte und unbegrannte Ähren, bespelztes und nacktes Korn. Alle 8 verschiedenen Kombinationen waren vertreten[1].

Dadurch, daß Rimpau die ausgeprägteren Formen einer Auslese unterzog, erhielt er nach 5 Generationen bereits 8 recht konstante Bastarde.

Wenn Rimpau die Gesetze von Mendel gekannt hätte, so hätte er viel schneller konstante Formen züchten können, und zwar indem er die Körner der F_2-Generation getrennt ausgesät und in der Nachkommenschaft die Linien mit den dem äußeren Aussehen nach dominierenden Merkmalen nicht zu einer Gruppe gemischt haben würde, weil unter ihnen sowohl homozygote (RR) als auch heterozygote (Rr und rR) Formen vorkommen[2].

Unter den Spelzweizen steht Triticum monococcum offenbar allein, denn in den Versuchen von Beyerink hatte er sich mit den übrigen Triticum-Arten weniger verwandt gezeigt als man bisher annahm. Er brachte sogar mit Emmer (Triticum dicoccum) keine Samen und dabei steht der Emmer seiner Form nach Triticum monococcum am nächsten. Diese Tatsache gab sogar Anlaß zu einigen Änderungen in der Einteilung der Weizenarten[3].

Zur selben Zeit in den 80er Jahren kreuzte Rimpau 2 Gerstensorten, die sich durch im höchsten Grade verschiedene Merkmale kennzeichneten, und zwar zweizeilige Gerste (bespelzt, begrannt, schwarz) mit der Gabelgerste (vierzeilig, nackt, unbegrannt, weiß). Er konnte in der verschiedenartigen Nachkommenschaft alle 16 möglichen Formen unterscheiden, welche die Merkmale der Eltern verschiedenartig kombiniert hatten. So entstanden z. B. zweizeilige oder vierzeilige Gabelgersten, aber schwarz und behaart usw.

---

[1] D. h. die weißen und roten unbehaarten Spelzweizen, die weißen und roten behaarten Spelzweizen, ebenfalls Weizensorten derselben 4 Gruppen.

[2] Siehe weiter unten die Ausführungen über das Mendelsche *Gesetz*.

[3] Unlängst hat man einen Bastard von Triticum monococcum mit gewöhnlichem Weizen erhalten; er war aber nicht fruchtbar. Vavilow: Arb. d. Bur. f. angew. Bot.

Über die Anwendung der MENDELschen Regeln auf die Kreuzungsprodukte der Getreidearten siehe TSCHERMAK: Über die Züchtung neuer Getreiderassen mittels künstlicher Kreuzung. Z. f. landw. Versuchsw. in Österr. **1901** u. **1906**. — DE VRIES: Mutationstheorie **2**. 1903. — Desgl. auch in den Aufsätzen des Akademikers I. P. BORODIN: Mir Boschi — Gottes Welt. 1903. — Den Aufsatz von D. L. RUDSINSKY: Nachr. d. Landw. **1904**. — SHEGALOW: Landw. u. Forstw. **1912**. — Eingehende Darstellung bei E. A. BOGDANOW: Mendelismus. 1914; SHEGALOW; Einführung in die Züchtungslehre. 1927.

Nach mehrjährigem Anbau und mehrjähriger Auslese gelang es RIMPAU, diese Formen konstant zu machen. In einem der Versüche von BEYERINK entstanden bei der Kreuzung einer Pfauengerste mit einer vierzeiligen in der Nachkommenschaft u. a. sechszeilige Formen. Darin sehen einige Autoren einen Beweisgrund zugunsten der Anschauung, daß eben die sechszeilige Gerste die Urform zweier anderer Gerstenformen darstellt, der zweizeiligen und der vierzeiligen, die infolge der relativen Jugend eben eine solche Neigung zur Veränderlichkeit aufweisen.

Als RIMPAU seine Versuche ausführte, kannte er das sog. MENDELsche Gesetz noch nicht, nach welchem die Bastarde meistens aufspalten und welches besagt, daß in einer nichtkonstanten Nachkommenschaft konstante Merkmale der einen oder der anderen elterlichen Form auftreten und daß schließlich nur noch jene vorhanden sind, wenn die Eltern sich nur in einem Merkmal unterschieden. Bei den Bastarden, die nach dem gewöhnlichen Schema mendeln, verhalten sich die einzelnen Merkmale der gekreuzten Formen bei der Vererbung wie selbständige Einheiten, d. h. gewöhnlich wird ein besonderes Merkmal entweder vom Vater oder von der Mutter ererbt; es trägt keinen intermediären Charakter. In der Nachkommenschaft können sich die Merkmale in anderen Kombinationen zeigen als bei den Eltern, sie bleiben aber selbständig. Z. B. entstehen bei der Kreuzung schwarzer mit weißen Gersten in der Nachkommenschaft Mischungen von schwarzen und weißen Formen, aber keine graue Gerste. Bei der Kreuzung rotblühender Erbsen mit weißblühenden entsteht eine Mischung von rot- und weißblütigen Formen, aber keine rosa Blüten usw. Diese Vielgestaltigkeit tritt aber gewöhnlich in der zweiten und dritten Generation auf. Die erste Generation des Bastardes dagegen ist gewöhnlich einförmig; in ihr dominiert das Merkmal eines der Eltern, während das entgegengesetzte Merkmal sozusagen verdeckt, rezessiv, bleibt (rezessive Merkmale). So ist bei der Gerste die schwarze Ährenfarbe und bei der Erbse die rote Blütenfarbe dominierend; die helle Ährenfarbe der Gerste und die weiße Farbe der Erbsenblüte dagegen sind rezessive Merkmale (d. h. in der ersten Generation sind die Ähren schwarz, die Blüten rot usw.). In der folgenden Generation F_2 aber treten Bastardeigenschaften auf und es entstehen Individuen mit jenen oder anderen Eigenschaften. Dabei stellte MENDEL bestimmte Zahlenverhältnisse fest: ein Viertel der Gesamtzahl der Individuen besitzt rezessive Merkmale und bringt eine konstante Nachkommenschaft vom selben Typus, drei Viertel dagegen besitzen das dominierende Merkmal. Aber nicht alle drei Viertel, sondern nur ein Viertel aller Individuen ergibt eine konstante Nachkommenschaft (oder ein Drittel der Dominanten), zwei Viertel der ganzen Zahl (oder zwei Drittel der Dominanten) spalten aber in der Nachkommenschaft erneut auf und dies im selben Verhältnis, d. h. sie ergeben ein Viertel reine Vertreter des dominanten Merkmales, ein Viertel des anderen und zwei Viertel sind dem äußeren Aussehen nach dominant und spalten in der Nachkommenschaft auf usw. Dabei nimmt immer der Prozentsatz derjenigen Formen zu, die zur elterlichen Form zurückkehren; es nimmt die Gruppe ab, die spaltet.

Diese Verhältnisse können durch folgendes Schema ausgedrückt werden, in dem „d" das dominierende, „r" das rezessive Merkmal bedeutet.

Generation	Aufspaltung nach Mendel	Bruchteil des Vorkommens in der betreffenden Generation		
		dd	dr	rr
1	dr	—	1	—
2	$^1/_4$ dd — $^2/_4$ dr — $^1/_4$ rr	$^1/_4$	$^2/_4$	$^1/_4$
3	$^2/_8$ dd — $^1/_8$ dd — $^2/_8$ dr — $^1/_8$ rr — $^2/_8$ rr	$^3/_8$	$^2/_8$	$^3/_8$
4	$^4/_{16}$dd — $^2/_{16}$dd — $^1/_{16}$ dd — $^2/_{16}$dr — $^1/_{16}$ rr — $^2/_{16}$rr — $^4/_{16}$rr	$^7/_{16}$	$^2/_{16}$	$^7/_{16}$
5	$^8/_{32}$dd $^4/_{32}$dd $^2/_{32}$dd $^1/_{32}$dd $^2/_{32}$dr $^1/_{32}$rr $^2/_{32}$rr $^4/_{32}$rr $^8/_{32}$rr	$^{15}/_{32}$	$^2/_{32}$	$^{15}/_{32}$
	usw.			

Nach Mendel liegt die Ursache für diese Verhältnisse in folgendem: Die Bastarde der F_1-Generation bilden Pollenzellen und Eizellen nicht von gemischtem sondern verschiedenem Charakter in gleicher Zahl, so daß beim Beispiel der Gerste die Hälfte der Pollenzellen die Grundelemente der dominierenden schwarzen Farbe (d), die andere Hälfte die Grundlagen der rezessiven weißen Farbe (r) trägt. Dasselbe gilt auch für die Eizellen. In der Nachkommenschaft sind 4 Fälle möglich. Sowohl die Eizellen wie die Pollenzellen verfügen über dominierende Eigenschaften, es entstehen konstante Formen (dd), oder beide Geschlechtszellen besitzen die Anlagen für die rezessiven Merkmale, dann entstehen ebenfalls konstante Formen (rr), aber nach dem anderen Elter. Dann aber kann die Eizelle vom d-Typus und die Pollenzelle vom r-Typus sein; die Nachkommenschaft ist heterozygot (dr), äußerlich herrschen aber die dominierenden Eigenschaften vor. Endlich ist auch der umgekehrte Fall möglich, wenn die Pollenzellen die d-Faktoren, die Eizellen die r-Faktoren besitzen; die Nachkommenschaft ist ebenfalls heterozygot (rd), äußerlich aber wiederum von dominierendem Typus. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind alle 4 Kategorien in gleicher Individuenzahl vertreten. Weil aber dr und rd äußerlich nicht voneinander zu unterscheiden sind, so summieren sie sich zu einer Kategorie, welche der Zahl nach die übrigen um das Doppelte übertrifft und die in der Nachkommenschaft nicht konstant ist. Außerdem ist sie in der betreffenden Generation äußerlich der Kategorie dd ähnlich, daher entstehen in der Reihe dd + dr + dr + rr (oder dd + 2 dr + rr) drei Viertel der Individuen als Dominant und ein Viertel mit rezessiven Merkmalen oder es entstehen bei der Kreuzung der weißen mit der schwarzen Gerste 75 % schwarze und 25 % weiße Ähren. Von den 75 % schwarzen Ähren sind aber nur 25 % konstant, 50 % spalten in der Nachkommenschaft nach demselben Schema im Verhältnis 3 : 1 auf, was wir tatsächlich mit großer Regelmäßigkeit bestätigt sehen.

Das Schema zeigt, daß mit jeder Generation die Zahl der Exemplare, die zu einer der elterlichen Formen zurückkehren, steigt und daß der Prozentsatz der Individuen mit Bastardeigenschaften (dr + rd oder 2 dr, weil sie nicht zu unterscheiden sind) fällt. Deswegen ergibt die Kreuzung zweier Formen, die sich nur in einem Merkmal unterscheiden, nichts Neues, wenn sie sich den Mendelschen Gesetzen unterwerfen. Schließlich tritt eine völlige Rückkehr zu den elterlichen Formen durch Aufspaltung der Bastarde ein. Unterscheiden sich aber die elterlichen Formen in mehr als einem oder wenigstens in zwei Merkmalen, so sind *neue Kombinationen* von *Merkmalen* möglich, wie auch Rimpau in seinen Versuchen beobachtete, wie z. B. das Auftreten einer konstanten Form der schwarzen Hordeum trifurcatum bei der Kreuzung einer schwarzen zweizeiligen Gerste mit

Hordeum trifurcatum (einer weißen vierzeiligen unbegrannten Gerste). Die Zahl dieser Neukombinationen kann im voraus berechnet werden, weil bei den Bastarden, die sich den MENDELschen Regeln unterwerfen, keine neuen Merkmale auftreten, sondern nur alle möglichen Kombinationen der beiden elterlichen Formen; die möglichen Ausnahmen, die früher für Mutationen gehalten wurden, finden heute eine andere Erklärung. Außerdem sind von dem MENDELschen Gesetz in seiner vorstehend wiedergegebenen Form (Pisumtypus) mehr oder weniger große Abweichungen möglich. Unterdrückt z. B. das dominierende Merkmal das rezessive nicht ganz, so entstehen Zwischenformen (rd und dr), die sich von den beiden elterlichen Formen unterscheiden. Dann erfolgt die Spaltung nicht in dem Verhältnis 3 : 1, sondern in dem Verhältnis 1 : 2 : 1, weil dd — dr — rd und rr in diesem Falle durch dd + 2 dr + rr ausgedrückt werden können. Dieser Fall wird bei der Kreuzung von Triticum polonicum mit Triticum vulgare beobachtet, wo außerdem der Typus polonicum über den Typus vulgare vorherrscht; es tritt keine völlige Rückkehr zu vulgare ein.

Als Prof. TSCHERMAK auf dem Wiener Kongreß im Jahre 1907 die Bastarde dieser beiden Formen demonstrierte, fiel dem Verfasser auf, daß sie große Ähnlichkeit mit dem Turkestan-Weizen *Tjuja-tschi* hatten. Ähren dieses Weizens wurden Prof. TSCHERMAK zugeschickt und er stellte fest, daß Tjuja-tschi ein Bastard zwischen Triticum vulgare und Triticum polonicum ist, der auf natürliche Weise entstanden ist, obgleich uns der Habitus dazu zwingt, an eine Kreuzung zwischen polonicum und durum zu denken.

Ausgehend von der MENDELschen Regel benutzen die modernen Züchter die Kreuzung zur Kombination der erwünschten Merkmale in einer Form. So wurde auf dem Wege der Kreuzung in Amerika der bekannte Marquis-Weizen gewonnen, der einen Riesenerfolg in Kanada und in den Vereinigten Staaten hatte. Hierher gehört auch eine Reihe anderer Kreuzungen innerhalb der Art Triticum vulgare, die von den Züchtern verschiedener Länder ausgeführt worden sind. Außer den zahlreichen Kreuzungen innerhalb einer Weizenart kennt man auch noch Beispiele für eine erfolgreiche Herstellung von *Artbastarden*. So wurde von der Station Saratow eine konstante Form eines unbegrannten Weizens (Triticum durum var. Schechurdini [MEISTER]) durch Kreuzung des unbegrannten kleinen Weizens (vulgare) mit Triticum durum (begrannt) erhalten, wobei die neue Form hohe Backqualität des Kornes des Hartweizens mit erhöhter Qualität des Futterstrohes infolge des Fehlens der Grannen vereint. Von der Station Besentschuk ist eine Winterform Triticum durum durch Kreuzung mit der Winterform Triticum vulgare erhalten worden, während die in dieser Gegend vorkommende natürliche Durumform eine Sommerart ist[1].

Ebenso kann man sich bei den anderen Getreidearten die Sammlung der Merkmale zur Aufgabe machen, die wirtschaftliches Interesse besitzen. So haben z. B. die zweizeiligen Formen größere und stärkereichere Körner als die vierzeiligen; andererseits sind in dieser Hinsicht die Winterformen ebenfalls wertvoller als die Sommerformen. Aber unter den Wirtschaftssorten der zweizeiligen Gerste sind keine Winterformen bekannt. Deswegen kann man sich die Aufgabe stellen, durch Kreuzung eine zweizeilige Wintergerste zu erhalten, die ein größeres und stärkereicheres Korn haben muß als die vorhandenen Sommerformen der zweizeiligen Gerste.

Ein spezielles Interesse bietet der nicht zu häufige Fall einer Artkreuzung, d. h. die Herstellung von Roggen-Weizen-Kreuzungen, die zuerst von RIMPAU beschrieben worden sind. Daraufhin beschäftigten sich auch andere Forscher mit dieser Frage. Aber die geringe Fruchtbarkeit der ersten Generation (2 bis 3 Körner auf 1000 Blüten des Bastardes wiederholt bestäubter Hartweizen)

[1] Siehe KOBALTOW: Winterweizenbastarde (Besentschuk 1927).

hinderte eine größere Verbreitung der Arbeiten mit diesen Kreuzungen. Aber von der Station Saratow wurde im Jahre 1918 bei abwechselnder Aussaat von Weizen und Roggen auf einem Schlage in einer der frühen Winterweizensorten das Auftreten von Bastarden in größerer Zahl beobachtet; bei den klimatischen Verhältnissen des Südostens gelingt es, diese Erscheinung wiederholt hervorzurufen. Deswegen konnte die Station Saratow die Aufspaltung der Bastarde erforschen und zeigen, daß unter den Weizenbastarden verschiedene Arten von Triticum vulgare außer der Ausgangsart auftreten und durch Roggenblüten bestäubt werden. Dabei gelang es, konstante Formen des Weizentypus zu erhalten. Abgesehen von dem wissenschaftlichen Interesse hat sich die Station Saratow im betreffenden Falle die Aufgabe gestellt, aus den Bastarden winterfestere Formen als die bis jetzt vorhandenen Formen des Winterweizens zu gewinnen, um die Kultur des Winterweizens auch im Südosten mehr zu verbreiten, die gegenwärtig durch die klimatischen Verhältnisse eingeschränkt ist[1].

Der *Samenaustausch* wird manchmal ebenfalls als verkürzter Weg zur Verbesserung des Saatgutes empfohlen. Man muß den Austausch von Samen zwischen Wirtschaften derselben Gegend von einem Samenaustausch unterscheiden, der mit einer anderen Gegend erfolgt. Im ersteren Falle wird der Samenaustausch manchmal als ständige oder sich periodisch wiederholende Maßnahme bei der Kultur irgendeiner Rasse benutzt, die ständig dazu neigt, auszuarten (z. B. bei Fremdbestäubern) und die durch irgendeine Zuchtstätte gestützt wird. Die zweite Maßnahme hat ihre volle Berechtigung bei der Kultur solcher Pflanzen, die wir nicht wegen ihrer Samen anbauen; z. B. kann Flachs zur Fasergewinnung so weit im Norden angebaut werden, daß die Samen nicht regelmäßig ausreifen; dann ist es richtig, sie durch südlichere Samen zu ersetzen. Dasselbe gilt für den Anbau von Klee, Kardendistel und Färberröte an ihren nördlichen Grenzen. Beim Anbau der Getreidearten aber, wo das Korn selbst das Ziel des Anbaues ist, muß man sich natürlich an den Anbau solcher Sorten halten, die in der betreffenden Gegend normal ausreifen. Der Austausch ist nur bei ähnlichen Verhältnissen der beiden in Frage kommenden Gebiete möglich. Sogar bei wenig schroffen Unterschieden stoßen wir gewöhnlich auf Unbequemlichkeiten bei direkter Übertragung ohne vorherige *Akklimatisation*. Betrachten wir einige Beispiele näher. Die Weizensorten des Ostens (russische Sorten) haben sich an das rauhe Klima angepaßt. Sie lagern selten und liefern ein eiweißreiches Korn und besitzen ein vorteilhaftes Verhältnis zwischen Korn und Stroh. Es möchte vorteilhaft scheinen, diese Sorten auch im Westen anzubauen. Bei den Anbauversuchen mit diesen Weizensorten am Rhein (in Poppelsdorf) blieb das Verhältnis zwischen Korn und Stroh allerdings teilweise dasselbe, und zwar entfielen auf 100 Ernteteile:

	Korn %	Stroh %
bei englischem Weizen	37,8	62,2
bei deutschem Weizen	40,8	59,2
bei russischem Weizen	44,0	56,0

Aber die russischen Weizen lagerten mehr als die örtlichen, offenbar weil sie zum Kampfe mit den Ursachen, die Lager hervorrufen, unvorbereitet waren. Ebenfalls vertrugen sie den Winter oft schlechter als die örtlichen Weizen, weil

[1] Siehe G. N. Meister: Roggen-Weizen-Kreuzungen. 1923. — Ferner: Die Ergebnisse der Erforschung der Winterweizenzuchtsorten, die aus Roggen-Weizen-Kreuzungen gezüchtet worden sind.

sie es nicht mit ständigen Frösten wie in ihrer Heimat, sondern mit abwechselndem Auftauen und Erfrieren zu tun hatten. Der Eiweißgehalt blieb bei der Übertragung nach Westen nicht auf gleicher Höhe; er sank allmählich.

Umgekehrt: Bei der Übertragung der westlichen Weizensorten in unsere Gegenden müssen sie im Süden und Osten vor allem unter Verscheinen und Dürre leiden, abgesehen von der geringen Widerstandsfähigkeit der Winterformen gegen Kälte. Wenn man auch manchmal von Akklimatisation spricht, d. h. von der allmählichen Aneignung einer größeren Widerstandsfähigkeit gegen ungünstige äußere Verhältnisse, so spielt in diesen Fällen doch eine unwillkürliche Auslese der einen Form und das Aussterben der anderen eine Rolle, wenn die übertragene Sorte eine Population darstellt, wie es gewöhnlich bei den Wirtschaftssorten der Fall ist[1].

Deswegen ermöglicht eine einfache Übertragung der Sorte nicht immer, die Eigenschaften auszunutzen, welche die Sorte in ihrer Heimat aufweist. Wir haben es öfter mit Material zu tun, das eine weitere Auslese vielleicht mehr lohnt, als mit fertigem Saatgut. Aber beim Heraussuchen derartigen Materials für eine weitere Verbesserung darf man die bodenständigen Sorten nicht außer acht lassen.

11. Saat, Pflege und Ernte der Getreidearten.

Die *Saatmethoden* wollen wir hier weiter nicht behandeln, weil diese Frage ausführlich in den Vorlesungen über allgemeinen Ackerbau besprochen wird, zumal die Vorteile der Drillsaat gegenüber der Breitsaat: Ersparnis an Samen, gleichmäßigere Tiefe der Unterbringung, Möglichkeit der Lockerung zwischen den Reihen: jetzt allgemein bekanntgeworden sind[2].

Es gibt allerdings Ausnahmeverhältnisse, bei denen der Unterschied zwischen der Reihendrillsaat und der Breitsaat abgeschwächt wird. Dies ist z. B. in der Steppengegend des Südostens der Fall, wo an sich schon dünn gesät wird und wo wegen besonderer Boden und Klimaverhältnisse die Saatfläche im Winter keine zu glatte Oberfläche aufweisen darf.

Über das *Beizen der Samen* siehe weiter unten (Brandbekämpfung).

Die Saatzeit hängt bei den Wintergetreidearten zum Teil von der Natur der Pflanze ab. Man weiß, daß man z. B. Roggen eher aussäen muß als Weizen, weil er sich vor allem im Herbst bestockt; im Frühjahr schoßt er früh, während der Weizen die Bestockung auch im Frühjahr in höherem Maße fortsetzt. Außerdem wirken wesentlich die klimatischen Verhältnisse ein. Im Süden, wo der Herbst wärmer und länger ist, ist eine spätere Aussaat möglich als im Norden; in den östlichen Gegenden muß man infolge der größeren Rauheit des Klimas die Wintergetreidearten eher säen als in den westlichen. Es werden zum Beispiel folgende Durchschnittszeitpunkte für die Roggenbestellung in Gegenden verschiedener Breiten, aber gleicher Länge angegeben:

	Kowno . .	12.—17. September
	Smolensk. .	25.—30. August
	Uljanowsk .	22.—27. August
	Kasan . . .	16.—21. August
	Ufa	15.—20. August
In der Krim		25.—30. September
Im Gouvernement	Charkow . . .	1.—5. September
„ „	Kaluga	25. August bis 1. September
„ „	Nowgorod . .	20.—25. August
„ „	Archangelsk .	17.—22. August

[1] Siehe weiter unten über die Entartung der Sorten, „Abbau" usw.
[2] Siehe z. B. WIENER: Allgemeiner Ackerbau. 1924.

In der Tat können aber die Schwankungen in jeder Gegend innerhalb weiterer Grenzen stattfinden. Z. B. fängt man im Osten mit der Einsaat oft schon Anfang August an, je nach dem Boden, nach dem Wetter, nach verschiedenen wirtschaftlichen Überlegungen usw. Man muß im Auge behalten, daß sich die Pflanzen bei zu früher Aussaat im Herbst zu stark entwickeln und im Winter ausfaulen können; andererseits schossen zu spät gesäte Getreidearten, wenn sie sich im Herbst ungenügend bestockt haben, im Frühjahr im Falle eines frühen Eintrittes der für die Halmentwicklung optimalen Temperatur (höher als die Bestockungstemperatur) in diesem Zustande. Sie bringen infolgedessen natürlich geringere Erträge im Vergleich mit früher ausgesäten Getreidearten, die sich zu dieser Zeit gut bestocken konnten. Dies wird auch durch Versuche bestätigt (übrigens auch durch diejenigen von Wollny). Die zweite Überlegung (die späte Aussaat betreffend) bezieht sich allein auf die Sommergetreidearten. Bei später Aussaat wird geringe Bestockung und beschleunigtes Schossen beobachtet. Die Aussaat erfolgt wiederum zu verschiedenen Zeiten je nach den verschiedenen Verhältnissen und vor allem je nach den Feuchtigkeitsverhältnissen, die häufig solch wichtige Momente wie das Eintreten einer günstigen Temperatur für die Keimung der Samen an die zweite Stelle rücken. In Gegenden mit rasch eintretendem Frühjahr, mit trockenem Sommer (Schwarzerdegebiet) muß man sich mit der Einsaat beeilen, um den Feuchtigkeitsbedarf der Samen sicherzustellen. Man braucht dabei nicht zu genau auf die Bodentemperatur zu achten. Umgekehrt muß man in Gegenden mit feuchtem Klima, mit zu feuchten bindigen Böden später aussäen, weil man das Abtrocknen und Durchwärmen des Bodens abwarten muß, da die Samen sonst faulen können. Die Schwankungen für den Zeitpunkt der Aussaat der Sommergetreidearten sind innerhalb der Grenzen möglich, die für eine frühe Aussaat durch die Frühjahrsfröste, für eine späte aber durch die Länge der Vegetationsperiode gezogen werden, außerdem durch die Überlegung, daß Pflanzen später Aussaat durch verschiedene Parasiten stärker geschädigt werden können als die kräftiger gewordenen Pflanzen früherer Aussaat, und endlich dadurch, daß die Erträge der Getreidearten bei späten Aussaaten wie bei den Wintergetreidearten einfach durch die Verkürzung der Entwicklungsperiode sinken. Die Pflanze bildet schon Halme, ohne das Bestockungsstadium richtig durchzumachen, usw. Zur Bestätigung hierfür seien Zahlen angeführt, die durch Versuche von Haberlandt erhalten wurden:

Aussaat	Kornernte in g			
	Sommerweizen	Sommerroggen	Gerste	Hafer
18. März . . .	188	142	219	288
3. April . . .	92	58	177	207
18. April . . .	38	27	115	87
3. Mai	1	4	62	31
18. Mai	—	12	16	7
3. Juni . . .	—	17	7	4

Offenbar ist auch die Bewurzelung bei später Aussaat weniger vollkommen[1]. Oft leiden spätgesäte Pflanzen mehr unter verschiedenen Feinden.

Von den Sommergetreidearten wird zuerst der Hafer gesät, weil seine Samen zum Quellen viel Wasser verlangen; außerdem hat er eine lange Vegetationsperiode und ist gleichzeitig gegen Kälte nicht empfindlich.

Übrigens trifft man auch hier Ausnahmen an. So wird in den „Weizengebieten" des Gouvernements Tomsk (jetzt Altai) Hafer oft später als Sommerweizen gesät, wahrschein-

[1] Siehe die Arbeiten von P. S. Kossowitsch u. A. P. Tolsky: J. exper. Landw. 1901 und 1903.

lich einfach deshalb, weil er dort als sekundäres Getreide auftritt und die ganze Aufmerksamkeit dem Weizen zugewandt wird.

Es können aber örtliche bedingte Ursachen vorhanden sein, wie z. B. die Verteilung der Niederschläge und der Temperatur, die ebenfalls auf die Wahl der Saatzeit des Hafers einwirken. Infolge der kürzeren Vegetationsperiode wird die Gerste später gesät; am spätesten angebaut aber wird die Hirse als die wärmeanspruchsvollste Pflanze unserer Sommergetreidearten.

Die Saatdichte. Die Zahl der ausgesäten Körner bestimmt bei den Getreidearten die Dichte der aufgelaufenen Pflanzen im Felde noch nicht endgültig, weil die mehr oder weniger große Dichte der Saat mehr oder weniger durch die Bestockung der Pflanzen ausgeglichen wird. Weit auseinanderstehende Pflanzen bestocken sich stärker und ergänzen dadurch die allgemeine Halmzahl, so daß sie diese Zahl unter günstigen Verhältnissen sogar der Pflanzenzahl angleichen, die man bei weit dichterer Aussaat erhält. Z. B. brachten in den Gefäßversuchen von HEINRICH 4 und 12 Körner, die auf gleichen Flächen ausgesät wurden, gleiche Halmzahl. Dasselbe geschieht auch im Felde, aber in verschiedenem Maße, je nach der Gunst der Verhältnisse. Es sei hier ein Beispiel aus den Ergebnissen der Versuchsstation Walui angegeben[1].

Saatdichte (Breitsaat) dz/ha	Bestockungsenergie	Ertrag dz/ha
0,45	4,0	12,3
0,75	2,9	15,0
1,05	1,9	15,6

Dieser Versuch bezieht sich auf Sommerweizen. Die Wintergetreidearten können eine dünne Saat in noch höherem Maße durch die Bestockung ausgleichen. Im Feldbau aber muß man sich gewöhnlich an eine gewisse (optimale oder nahe daranliegende) Saatdichte halten, die durch Versuche festgestellt wird. Gegen eine dünne Aussaat wird der Umstand angeführt, daß man nicht immer auf eine stärkere Bestockung hoffen darf und außerdem, daß, wenn die Bestokkung auch stattfindet, bei der ausgedehnten Bestockungsperiode verschiedenaltrige Triebe entstehen können, die ungleichmäßig schossen, blühen, reifen und keine gleichwertigen Körner bringen (einige bilden sogar überhaupt keine Ähren).

Dies bezieht sich vor allem auf Weizen, der sich im Frühjahr bestocken kann. Beim Roggen, der seine Bestockung im Herbst abschließt, wirkt sich die Verschiedenaltrigkeit der Triebe nicht so in dem Maße aus.

Andererseits kennen wir schon die Nachteile zu *dichter Saat*, bei welcher die Pflanzen, die in ihren unteren Teilen an Lichtmangel leiden, zum Lagern neigen. Das Optimum der Saatdichte, das sich je nach Umständen (wie Boden, Zeit der Aussaat usw.) ändert, muß für jeden besonderen Fall bestimmt werden. Für die Getreidearten gilt die allgemeine Regel: Je besser die Wachstumsverhältnisse sind, desto dünner muß die Aussaat sein.

Obgleich diese Regel in Widerspruch steht zu einer ziemlich weit verbreiteten Meinung, vor allem in bäuerlichen Betrieben, daß guter Boden mehr Getreide geben kann; deswegen müßte man auf ihm eine dichtere Saat anwenden als auf schlechtem Boden. Aber diese Maßnahme findet bei der Verunkrautung der bäuerlichen Felder eine andere Erklärung. Ein fruchtbarerer Boden verunkrautet stärker; um das Unkraut zu ersticken, muß man eben dichter säen.

Ein Faktor bildet bei dieser allgemeinen Regel eine Ausnahme: die *Feuchtigkeit*. Bei geringer Feuchtigkeit ist es aus selbstverständlichen Gründen unvorteilhaft, dicht zu säen. Vor allem sieht man in dem verschiedenen Feuchtigkeitsgehalt die Ursache dafür, daß z. B. in den nördlichen Schwarzerdegouvernements je Hektar bis zu 4,7 hl Hafer ausgesät werden, im Gouvernement Astrachan dagegen nur 1,5 hl. Aber außer der Feuchtigkeit können hier auch die Bestockungsverhältnisse eine Rolle spielen, die im Süden weit günstiger sind.

[1] Siehe Bericht von W. S. BOGDAN 1895—96.

Durchschnittlich wird bei Breitsaat folgende Saatmenge ausgesät: Etwa 2 hl Weizen, Roggen und Gerste, 3—4 hl Hafer, 2—4 hl Hirse, rund 4 hl Mais; für Mais ändert sich die Aussaatmenge stark je nach Sorte und Korngröße. Bei Drillsaat werden zwei Drittel oder drei Viertel oder noch weniger der angeführten Mengen ausgesät, deswegen macht sich eine Drillmaschine bei genügender Saatfläche allein schon durch die Samenersparnis schnell bezahlt. Für ein und dieselbe Art ändert sich die Aussaatmenge ferner auch, je nachdem das betreffende Getreide als Winterung oder Sommerung angebaut wird; dabei werden die Winterungen etwas weniger stark gesät, weil sie sich stärker bestocken.

Von den angeführten Durchschnittsnormen sind in den einzelnen Fällen bedeutende Abweichungen möglich. So führt H. Werner ein Beispiel von einer der besten Wirtschaften Hollands an, wo auf einem stark gedüngten, humusreichen, feuchten Boden nur 30 kg/ha Roggen gedrillt werden dürfen, um Lager zu vermeiden. Denselben Fall hatten wir auf unserem Versuchsfelde der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje. Günstige Ergebnisse mit dünner Aussaat (dabei *breitreihig*) des Roggens (30—45 kg bei 33 cm Reihenentfernung)[1] sind auch in einigen Wirtschaften unseres Schwarzerdegebietes erhalten worden, besonders wenn gehackt wird. Gehackt wird entweder mit der Handhacke oder mit Pferdehackmaschinen wie im Ausland. Die Hacke ist in den Zuckerrübenwirtschaften bei Vorhandensein von Inventar und geübten Arbeitern billig. Es ist interessant, daß ein positives Ergebnis in diesen Versuchen (Güter von Charitonenko) gerade bei Winterroggen und nicht bei Weizen erhalten wurde und bei den Sommergetreidearten nur bei der Hirse, für die das Hacken schon früher von I. N. Klingen empfohlen wurde. Der Unterschied zwischen Weizen und Roggen wird wahrscheinlich durch den verschiedenen Zeitpunkt der Bestockung der Wintergetreidearten (beim Roggen erfolgt die Bestockung vorzugsweise im Herbst, der Weizen fährt aber noch im Frühjahr mit der Bestockung fort, wenn die Verhältnisse dazu günstig sind) erklärt und durch spätere Reife des Weizens bei dünner Aussaat; dies steht mit dem oben Gesagten in Verbindung.

In der westeuropäischen Literatur wurde die Frage behandelt, inwieweit eine starke Bestockung erwünscht ist[2], wobei Schribaux, der Gegner sich stark bestockender Sorten, folgende charakteristische Zahlen für den Winterweizen anführt (für 1 Pflanze):

[1] Manchmal wechseln schmale Reihenabstände mit breiten ab, z. B. 13—17 cm mit 30—35 cm (zweireihige Saat), damit nur die breiten Abstände zwischen den Reihen gehackt werden brauchen. — Siehe den Bericht des Verfassers: Über die Hackkultur des Roggens in der Borinskaja-Wirtschaft. Z. Landw. 1903, 1917.

[2] Bei uns wird häufig angenommen, daß die Ernte von der Flächeneinheit um so größer ist, je stärker die einzelne Pflanze entwickelt und bestockt ist. Dabei läßt man außer acht, daß starke Bestockung unbedingt einen weiten Stand voraussetzt, infolgedessen auch mit einer geringeren Anzahl von Pflanzen auf der Flächeneinheit verbunden ist. Weil die Gesamternte durch das Produkt aus Pflanzenzahl und mittlerer Ernte einer jeden Pflanze bestimmt wird, so genügt es nicht, nur einen Faktor in Betracht zu ziehen. Soll das Produkt möglichst groß werden, so muß man noch die Veränderung des anderen Faktors in umgekehrter Richtung beachten, die damit verbunden ist. Im allgemeinen kann man sagen, daß das gesuchte Produkt die größte Höhe nicht bei den äußersten Werten der beiden Faktoren erreicht, d. h. nicht bei einer Maximalzahl an Pflanzen und bei minimaler Bestockung, aber auch nicht bei maximaler Bestockung und einem Minimum von Pflanzen je Flächeneinheit, sondern bei gewissen mittleren Werten, welche nur durch einen örtlichen Versuch hinsichtlich der Anwendung und je nach den natürlichen und kulturellen Verhältnissen näher bestimmt werden können. Die Nichtkenntnis dieser Verhältnisse läßt Dilettanten mit großem Eifer die Umpflanzkultur der Getreidearten, die „Beetkultur" usw., betreiben, wobei gewöhnlich das „Vielfache der Aussaat" als Ernte zitiert wird, anstatt die Ernte je Hektar und nach den Selbstkosten je Doppelzentner Korn zu berechnen.

Nr. des Triebes	Zeitpunkt des Schossens	Blüte	Halmlänge cm	Kornzahl an der Ähre	Korngewicht der Ähre g	1000 Korngewicht[1] g
1	7. Juni	10. Juli	141	59	2,005	33,98
2	8. ,,	13. ,,	127	40	1,135	30,87
3	8. ,,	15. ,,	119	38	1,005	26,44
4	21. ,,	25. ,,	99	29	0,490	16,89
5	22. ,,	26. ,,	86	18	0,220	11,57

Infolgedessen ergeben die späteren Triebe weniger und kleinere Körner. Aus diesem Grunde spricht sich auch SCHRIBAUX gegen zu starke Bestockung aus.

Die Feststellungen von RIMPAU ergaben für Weizen kein derart schnelles Sinken der Leistungsfähigkeit der später gebildeten Ähren, wie SCHRIBAUX beobachtete[2].

Es wäre aber interessant, Parallelzahlen für den Roggen zu besitzen. Es ist möglich, daß die Ergebnisse anders ausfallen, weil in den erwähnten Feldversuchen mit dünner Roggenaussaat die Qualität des Kornes oft als sehr hoch bezeichnet wurde.

Einige charakteristische Zahlen in dieser Frage finden wir im Versuche von M. F. ARNOLD (Gouvernement Tula), obgleich dieser Versuch bei dünner Saat auch keine Ertragssteigerung zur Folge hatte[3].

Ausgesät . . . . . dz	1,3	0,9	0,45
Ernte je Parzelle bei einer Aussaat am 1. Aug. dz	2,4	2,2	1,90
Anzahl der Halme mit Ähren je 10 qm . . .	4380	4360	2420
Anzahl der Halme mit Ähren je Pflanze . .	4,7	6,4	10,5
1000 Korngewicht a . . . . . g	18,0	17,0	21,3
1000 ,, b . . . . . g	17,6	19,6	22,1

Wir sehen, daß hier die dünne Aussaat das schwerste Korn gebracht hat. Außerdem seien hier noch folgende eigentümliche Beobachtungen erwähnt: Das Dünnerwerden der Aussaat verzögerte das Ausreifen des Kornes. Auch das Stroh war bei dünner Aussaat kürzer. Aber in dem betreffenden Versuch waren die Entwicklungsverhältnisse (Boden usw.) nicht so günstig, daß die Pflanzen durch stärkere Bestockung das Dünnerwerden der Aussaat hätten völlig ausgleichen können. Deswegen sank der Ertrag zum Unterschied von den früher erwähnten Versuchen. Offenbar hat die dünne Aussaat die guten Ergebnisse vorzugsweise in den Zuckerrübenwirtschaften und auf gut gelockerten und auf regelmäßig gedüngten Schwarzerdeböden nicht zufällig ergeben[4].

Im Laufe der Zeit, die seit dem Erscheinen der angeführten Zahlen über die Dünnsaat verflossen ist, sind zahlreiche Versuche angestellt worden, um die Einwirkung der Standdichte von der Einwirkung der Lockerung zwischen den Reihen zu trennen, wobei eine breitreihige Aussaat oder Bandsaat[5] angewandt wurde, bei der sich die Verteilung der Pflanzen mehr ändert als die allgemeine Saatdichte; der Stand der Pflanzen in den Reihen ist um so dichter, je weniger Reihen vorhanden sind. Aber die allgemeine Schlußfolgerung dieser zahlreichen Versuche ändert an dem früher Gesagten wenig. Diese Aussaatmaßnahmen sind nicht allgemein gültig geworden. Bei der Sommerung bringen sie gute Ergebnisse am häufigsten nur bei der Hirse, bei der Winterung beim Roggen.

[1] Vgl. diese Zahlen mit denen von RIMPAU: Landw. Jb. **29**.

[2] Landw. Jb. **1903**. — Näheres siehe bei SCHOUTE: Arb. üb. d. Bestockung, S. 181.

[3] Siehe Chosjain **1903**, Nr 44.

[4] Noch früher wurde diese Aussaat von W. R. WILJAMS auf dem Versuchsfelde des Moskauer Landw. Inst. angewandt, wiederum bei guter Bearbeitung und Düngung.

[5] Werden mehrere naheliegende Reihen durch einen breiten Raum zwischen den Reihen vom nächsten Parallelstreifen ebensolcher naheliegender Reihen getrennt, so heißt eine solche Drillmethode „Streifensaat".

In anderen Fällen können die Ergebnisse je nach dem Feuchtigkeitsgehalt und nach der Fruchtbarkeit des Bodens, je nach der Verunkrautung des Bodens usw. auch negativ sein.

Bei der Lösung der Frage der Saatdichte ist auch noch die Aussaatzeit von Bedeutung. Man muß früher aussäen, damit die Pflanzen sich besser bestocken können. Diese Verbindung zwischen Saatdichte und Saatzeit hat sich z. B. in folgendem Versuch mit Winterweizen gezeigt:

Aussaatstärke . . . . . kg	15	30	45	60	77	90	105	120
Ernte bei früher Aussaat . dz	10,9	15,4	18	20,5	20,4	20,8	—	—
„ „ mittelfrüher Aussaat . . . dz	—	—	10	13,6	15,3	15,9	18,1	15,9
„ „ später Aussaat . dz	—	—	—	7,5	7,8	7,8	11,2	12,3

Hieraus ist ersichtlich, daß bei früher Aussaat 60 kg genügten, um eine Maximalernte zu erhalten. Eine weitere Steigerung der Saatdichte wirkte auf den Ertrag nicht bemerkenswert ein. Bei mittelfrüher Aussaat entfällt das Maximum auf die Aussaat von 105 kg. Bei später Aussaat aber entstanden nur die niedrigsten Erträge; ein Optimum wurde innerhalb dieses Versuches nicht beobachtet[1].

In einigen Fällen können die weiten Saaten mehr unter Insekten leiden (Hessenfliege) als zeitlich frühere.

Die Saattiefe hängt in erster Linie von der *Korngröße* ab. In dieser Hinsicht kann man eine aufsteigende Reihe aufstellen: Hirse — Roggen — Hafer — Weizen — Gerste und Mais. Das 1. Glied dieser Reihe, die Hirse, verlangt die geringste Saattiefe, innerhalb von 1—3 cm. Die übrigen Getreidearten vertragen eine Deckschicht von 3—5 cm.

Im Versuch von Mauraux sank der Prozentsatz der aufgelaufenen Pflanzen bei der Saattiefe von 6—8 cm bemerkenswert. Aber ein Teil der Körner (3 %) ging noch bei einer Tiefe von 16 cm auf. Bei Mais sind Fälle bekannt, wo sich der Keimling noch aus einer Tiefe von 26 cm nach oben durchgekämpft hat. Roggen verlangt flachere Unterbringung als Weizen. Eine alte deutsche Regel sagt von der Roggeneinsaat: „Roggen will den Himmel sehen."

In westeuropäischen Verhältnissen, wo das Klima feuchter ist als in Rußland, hält man eine Unterbringung auf folgende Tiefen für genügend: Hirse 1 cm, Roggen 2 cm, Weizen, Gerste und Hafer 3 cm, Mais 5 cm. Weiter spielt hier die *Feuchtigkeit* eine große Rolle (vor allem bei den Sommergetreidearten). Je flacher die Unterbringung in einem feuchten Boden ist, um so besser ist es — um so gleichmäßiger laufen die Pflanzen auf. Aber gerade die Überlegung, die Samen mit der erforderlichen Feuchtigkeit zu versorgen, zwingt uns, tiefer zu säen, je trockener der Boden ist. Bei den Wintergetreidearten ist die Regel der geringsten Saattiefe bei genügender Feuchtigkeit nicht in vollem Maße anwendbar, weil zu geringe Bedeckung des Samens oberflächliche Bestockung zur Folge haben kann, wodurch die Gefahr des Erfrierens des Bestockungsknotens vergrößert wird. Die Wirkung der Zeit wird mit der Wirkung der Feuchtigkeit in Verbindung gebracht. Je später gesät wird und je trockener infolgedessen der Boden ist, um so tiefer muß die Einsaat sein und umgekehrt. Dies bezieht sich wiederum nur auf die Sommergetreidearten, weil bei Wintergetreide umgekehrt bei später Aussaat nicht tief gesät werden kann, da sich sonst die spät auflaufenden Pflanzen vor Wintereintritt nicht mehr genügend bestocken können. Außerdem wird die Saattiefe auch durch die Bodeneigenschaften beeinflußt.

[1] Das Beispiel ist dem Bericht von N. A. Zyganenko auf der 6. Versammlung bei Charitonenko entnommen.

Auf lockeren Böden vertragen die Samen natürlich eine tiefe Aussaat besser als auf bindigen.

Je nach der Saatmethode (Drillmaschine, Pflug, Scheibenegge, Exstirpator, Haken) wird auch mit verschiedener Leichtigkeit sowohl eine verschiedene Saattiefe als auch deren Beibehaltung erreicht[1]. Die Getreidearten können nach ungefähr 8 Tagen auflaufen, unter besonders günstigen Verhältnissen auch schon früher. Der Roggen läuft am schnellsten auf; er unterscheidet sich von den anderen Getreidearten durch eine rötliche Färbung des 1. Blattes; daher der Ausspruch: „Der Roggen hat seine Farbe noch nicht verloren."

Die Pflege der Getreidearten. Das Eggen. Geeggt wird häufig, wenn sich im Frühjahr auf dem Winterungsfeld eine Kruste gebildet hat. Es kann auch zu anderen Zeitpunkten geeggt werden, aber jedenfalls nur dann, wenn die Pflanze schon gut Wurzel gefaßt hat; seltener, wenn die jungen Pflanzen noch nicht zu sehen sind. In der Zeit zwischen diesen beiden Stadien aber ist das Eggen ungünstig. Vorzugsweise wird der Winterweizen geeggt, weil er auf bindigeren Böden (als der Roggen) angebaut wird und weil für ihn die Bestockungsverhältnisse im Frühjahr wichtiger sind als für den Roggen, der sich im Herbst stärker bestockt und im Frühjahr einer Pflege weniger bedarf[2]. Bei uns wird bei Sommergetreide manchmal das *Brechen* angewendet, vor allem bei Hafer, seltener bei Hirse — eine Maßnahme, die im Umpflügen des bestellten Feldes besteht (es empfiehlt sich, etwas tiefer zu pflügen als gesät wurde) zu einer Zeit, wenn das Korn schon gekeimt ist und die Wurzel ihrer Länge nach ungefähr Korngröße erreicht hat. Man wendet das Brechen an, wenn die Vorbestellungsarbeit schlecht war oder wenn man es mit der Saat selbst sehr eilig hatte, bei zu früher Einsaat in sehr feuchten Boden (in Schlamm), der beim Austrocknen eine Kruste bildet, und auch wenn der Boden stark verunkrautet ist. Manchmal sieht man den Nutzen dieser Maßnahme auch darin, daß die Körner, wenn sie die Feuchtigkeit der umgebenden Schichten ausgenutzt haben, durch das Umpflügen an neue Stellen gebracht werden, wo sie mit feuchterer Erde in Berührung kommen. Aber in trockenem Klima kann dieser Nutzen wohl kaum den Nachteil übertreffen, der durch die Austrocknung beim Umpflügen des Bodens entsteht. Bei mehr oder weniger vollkommenen Kulturmaßnahmen und um so mehr bei Anwendung der Drillsaat braucht das Brechen nicht notwendig zu sein. Manchmal wird das Brechen des Hafers durch Eggen ersetzt. Das *Jäten* wird nur bei wertvolleren Getreidearten durchgeführt, z. B. bei Weizen, wo Unkraut und Roggenpflanzen, die sich hier häufig einstellen und infolge der früheren Ährenbildung leicht aufzufinden sind, entfernt werden. Häufigeres Jäten verlangt ferner die Hirse, wenn sie mit weitem Reihenabstand gesät worden ist, weil sie sich anfangs nur langsam entwickelt und leicht durch weniger anspruchsvolle Unkräuter erstickt wird. Das Jäten erfolgt gewöhnlich mit der Hand, selten mit der Maschine. Für letzteren Fall werden verschiedene Hand- und Pferdemaschinen vorgeschlagen. Bei den einen werden die Blüten des Hederichs durch Drähte, die zwischen zwei rotierenden Scheiben festgespannt sind, abgeschlagen; durch andere werden die Hederichköpfe erfaßt und mit Messern abgeschnitten, die etwas an die Messer der Grasmähmaschine erinnern usw. Das Handjäten aber gewährleistet eine völlige Entfernung der Pflanzen und ist daher wirkungsvoller als eine einfache Entfernung der oberen Teile durch diese Maschinen oder durch eine Sense. Außerdem wird das Feld im Westen, um die Unkräuter aus der Familie der

[1] Vgl. einige Versuche über verschiedene Saatmethoden: 1. Jährl. Ber. d. Versuchsinst. 1,455; 2. Ber. d. 2. Vers. auf den Gütern von Charitonenko (Versuche von Roshdestwensky); 3. Berichte über die Tätigkeit der Versuchsstation Schatilowo (Versuche von Wiener).

[2] Siehe die Ergebnisse des Versuchsfeldes Cherson und der Versuchsstation Schatilowo.

Kreuzblütler zu vernichten, mit hierzu besonders fein zerkleinertem Kainit bestreut, mit Eisenvitriol (15%), Salpeterlösung usw.[1] bespritzt, die von den Getreideblättern besser als von den Unkräutern vertragen werden. In intensiven (z. B. Saatgut-) Wirtschaften wird mit Handhacken oder Handhackmaschinen (Planet) *gehackt* oder mit mehrreihigen Pferdehackmaschinen oder mit beiden. Bei uns wird dieses Verfahren in einigen Wirtschaften bei dünner Aussaat der Winterung, wie oben beschrieben wurde, mit Erfolg angewendet; bei der Sommerung, beim Anbau der Hirse, die in diesen Fällen in Reihen mit genügend breiten Zwischenräumen (z. B. 31 cm) gedrillt wird. Außerdem werden Mais und Mohrenhirse immer gehackt. Manchmal trifft man auch Maßnahmen, um ein zu üppiges Wachsen der Pflanzen zu verhindern: *Abmähen* oder *Beweiden* der Winterung im Herbst, um ein Schossen und Ausfaulen zu vermeiden. Diese Maßnahmen verlangen große Vorsicht. Man darf nicht zu tief mähen, um die primäre Ähre nicht zu beschädigen und überhaupt die Pflanze nicht zu stark zu schröpfen. Wird das Feld mit Schafen abgeweidet, weil diese Tiere leichter sind und die Pflanzen weniger in den Boden eintreten, so muß die Herde schnell über das Feld getrieben werden, weil sonst die Schafe durch tiefes Abbeißen die Knospen der Pflanzen beschädigen können; dabei darf der Boden nicht zu feucht sein. Das Beweiden und Abmähen muß außerdem frühzeitig erfolgen, damit sich die Winterung bis zum Eintritt des Winters wieder erholen kann. Bei Nichtbeachtung dieser Bedingungen kann das Abmähen und Beweiden schädlich sein. Ausnahmsweise wird das Abmähen des Getreides auch im Frühjahr angewandt, sogar dann, wenn der Halm bereits begonnen hat sich zu entwickeln (wenn Lagergefahr besteht). Dabei wird die Sense so hoch geführt, daß nur die Blätter abgemäht werden, auf keinen Fall aber die sich bereits bildende Ähre.

Es sei hier ein Beispiel für ein solches Abmähen angeführt: Im Jahre 1901 bewirkte das Frühjahrswetter im Gouvernement Charkow ein derart üppiges Wachsen des Winterweizens, daß Lager zu erwarten war. In der 2. Hälfte des April schoßten die Haupthalme. Am 27. April wurde ein Feldstück tief abgemäht (die Halme wurden abgeschnitten), ein zweites bis zur halben Höhe. Der nicht abgemähte Weizen hatte sich gelagert, der abgemähte dagegen nicht. Am besten hatte sich derjenige entwickelt, der bis zu halber Höhe abgemäht worden war. Der Weizen, der tief abgemäht worden war, hatte ebenfalls noch Ähren gebildet (aus den seitlichen Trieben), hatte sich aber in der Entwicklung verspätet und daher stärker unter dem Käfer zu leiden. Die Ernteergebnisse waren folgende:

	Korn dz/ha	Stroh Hocken
Nicht abgemähter Weizen (gelagert) .	9,4	25
Bis zur Hälfte abgemäht	11,2	20
Tief abgemäht	6,9	16

Das Abmähen bis zu halber Höhe war also nützlich; natürlich können die Ergebnisse je nach dem Entwicklungsstadium und je nach dem darauffolgenden Wetter schwanken (Vortrag von N. K. Pochodnja auf der Versammlung der Güter von Charitonenko 1902). Oft wird dem Abmähen ein Eggen mit nicht zu leichten kurzzinkigen Eggen vorgezogen; die Eggen „schwimmen" oft nur auf dem Getreide, ohne den Boden zu berühren; deswegen werden schwere Eggen angewandt, welche die überflüssigen schwachen Pflanzen entfernen und den Boden lockern können[2].

Zu den Maßnahmen, welche die zu üppige Entwicklung der Pflanze zurückhalten, gehört teilweise auch das *Frühjahrseggen*. Es wird im Westen gewöhnlich nicht

[1] Sogar Schwefelsäure (5—6 Teile auf 100 Teile Wasser). Außerdem wird Calcium-Cyanamid gestreut.

[2] Näheres über alle Maßnahmen gegen Lager siehe bei Kraus: Die Lagerung der Getreide. 1908.

nur zum Brechen der Kruste, wie oben erwähnt, durchgeführt sondern auch um zu dichtstehende Winterung zu lichten. Bei uns wird es um so seltener angewandt, je weiter östlich die Gegend liegt, und vielleicht nicht nur infolge mangelnder Erfahrung sondern offenbar auch deshalb, weil die Pflanzen bei mangelnder Feuchtigkeit im Osten schwerer wieder Wurzel fassen, wenn sie durch das Eggen gestört werden. Außerdem wird auch eine zu üppige Bestockung nicht so häufig wie im Westen beobachtet. Winterweizen verlangt vor allem das Eggen; gegen Osten hin nimmt die Bedeutung des Weizens immer mehr ab.

Die Walze kann ebenfalls Anwendung finden, um ein zu starkes Wachsen der Winterung im Frühjahr zu verhindern. Häufig hat das Walzen aber noch eine andere Bedeutung; es zerdrückt die Erdklümpchen und trägt dazu bei, daß der Bestockungsknoten bedeckt wird und daß die Getreidepflanzen, die im Laufe des Winters dem sog. „Aufziehen des Bodens" ausgesetzt waren, wieder Wurzel fassen.

Die Getreideernte. Der Zeitpunkt der Ernte ist gewöhnlich der Augenblick der Gelbreife des Kornes..

Es muß übrigens bemerkt werden, daß mit der Gelbreife der ersten Ähren noch nicht der Augenblick erreicht ist, an welchem der Zuwachs an Trockensubstanz im Korn aufhört: Je verschiedenaltriger die Triebe sind, desto schwieriger ist es, den Erntezeitpunkt zu beurteilen[1].

Die Getreidearten reifen zu verschiedenen Zeiten. So werden die Wintergetreidearten früher reif und auch früher geerntet als das Sommergetreide; Roggen wiederum früher als Weizen. Verschiedene Sorten einer Getreideart können sich wesentlich in der Reifezeit unterscheiden. So reift der Banatka-Weizen im Gouvernement Kijew nach den Beobachtungen von PHILIPTSCHENKO etwa 10 Tage früher als der rote Ukrainische Weizen. Infolgedessen kann der Landwirt durch richtige Sortenwahl die Erntezeit bis zu einem gewissen Grade ausdehnen, falls dies durch wirtschaftliche Überlegungen notwendig wird. Der Zeitpunkt der Ernte ändert sich auch je nach den Bodeneigenschaften. Auf armen und trockenen Sandböden reifen die Pflanzen schneller als auf nährstoffreicheren und feuchteren Böden, auf denen die Pflanzen sich länger „Zeit lassen" und später ausreifen. Das Klima wirkt ebenso. In trockenen und heißen Sommern tritt die Reife und folglich auch die Ernte eher ein als in feuchten, kühlen Sommern. Gemäht wird auf drei Arten: Mit der *Sichel*, der *Sense* oder *Mähmaschine*. Die mit der Sichel nur langsam ausführbare Ernte erlaubt größere Sorgfalt (geringer Körnerverlust), sie liefert regelmäßige Garben und gestattet, in gleichem Arbeitsgang die Unkräuter zu entfernen. Sie ermöglicht ferner, gelagertes und durcheinanderliegendes Getreide zu ernten und die Stoppeln beliebig lang zu machen. Diese Länge wird manchmal entsprechend der nachfolgenden Bearbeitung des Feldes oder mit Rücksicht auf die untergesäten Pflanzen wie z. B. Klee gewählt, der einen rauhen Winter bei genügend langer Stoppel besser vertragen kann usw. Dabei ist die Arbeit auch durch Halbarbeiter ausführbar. Die Ernte mit der Sense, die größere Anstrengung verlangt, erfolgt schneller. Sie ist wie die Sichelernte bei unebener Oberfläche möglich, kann aber bei Überreife des Getreides durch Ausfall einen bemerkenswerten Körnerverlust zur Folge haben und bringt das Getreide mehr durcheinander. Die Arbeit mit der Maschine geht am schnellsten und ist somit von großer Wichtigkeit für eine rasche und rechtzeitige Durchführung der Getreideernte. Die Maschinen verlangen aber eine ebene Bodenoberfläche (Fehlen von Steinen, Furchen und großen Klumpen). Ihre Anwendung verlangt außerdem gewisse Voraussetzungen (Größe der Anbaufläche, Lohnverhältnisse für Schnitter und Binder usw.). Infolge der verhältnismäßigen

[1] Siehe die Beispiele in dem erwähnten Aufsatz von WIENER: Chosjain 1903, Nr 11.

Verbilligung der Maschinen wurde vor 25 Jahren eine Massenverbreitung u. a. im Steppengebiet Rußlands beobachtet, auch in sehr großem Umfange in den bäuerlichen Wirtschaften Westsibiriens.

Das geerntete Getreide läßt man eine gewisse Zeit auf dem Felde stehen, damit es „nachreift". Dieser Vorgang besteht eigentlich in einem einfachen Austrocknen des Kornes (Verringerung des Umfanges und des Gewichtes), weil eine etwaige Substanzansammlung doch nur in unbedeutendem Umfange stattfindet (beinahe innerhalb des Fehlers bei der Bestimmung). So nach Nowacki:

Gewicht von 100 trockenen Körnern in g	frischer Körner	ausgereifter Körner
In der frühen Milchreife	2,86	2,97
In der späten Milchreife	3,58	3,71
Bei der Gelbreife	4,19	4,22

Am schnellsten reift das Getreide in Reihen oder Gelegen *ohne Zusammenbinden* in Garben[1] nach. Diese Methode hat vor allem dann Bedeutung, wenn das Getreide verunkrautet war oder zum Teil noch feuchte Halme enthielt (Sommerung); das Austrocknen erfolgt dann schneller. Aber sie verlangt gutes Wetter, weil Regen das Getreide verdirbt; außerdem ist sie bei großer Hitze unvorteilhaft, weil Stroh und Ähren brüchig werden. Dann fällt nicht nur das Korn aus, sondern es brechen ganze Ähren ab. Deswegen läßt man meistens in Garben *gebundenes* Getreide längere Zeit stehen. Die Garben werden verschieden zusammengestellt; durch die eine oder die andere Aufstellungsmethode wird dabei ein mehr oder weniger rasches Austrocknen und Schutz des Getreides gegen Regen erreicht. Z. B. werden die Garben in trockenem Klima in Form von 2 Garbenreihen (Zeilen[2]), die dachförmig aufrechtstehen und mit den Ähren aneinander lehnen, aufgestellt. Die oben geöffneten Reihen stellen das schnelle Austrocknen des Getreides sicher; sie schützen es aber weniger vor Regen. Deswegen werden die Reihen oft oben mit gespreizten Garben bedeckt, die mit dem Stoppelende nach oben gerichtet sind, oder man nimmt liegende Garben. Sehr häufig werden in feuchtem Klima außerdem die Garben in Puppen zusammengestellt, die größtenteils aus 10 oder 20 Garben bestehen, von denen 9 oder 18 so aufgestellt werden, daß sich ihre Spitzen in der Mitte treffen. Eine Garbe aber (oder zwei), deren Ähren nach allen Seiten und nach unten gerichtet werden, wird oben in Form eines Daches aufgesetzt. Sind die Garben locker gestellt, so trocknen sie infolge der Luftzirkulation auch bei nicht besonders günstigem Wetter aus. Diese Methode ist mehr im Norden und im Westen verbreitet. Sie ist bei gleichmäßig gebundenen Garben sehr bequem (infolgedessen nicht beim Mähen mit der Sense). Manchmal werden die Garben in Prismen zu 12 Stück zusammengelegt; dabei verfährt man folgendermaßen: Auf den Boden werden 2 Garben mit den Ähren zueinandergerichtet gelegt; auf diese Garben kommen in der Querrichtung 4 Garben zu liegen, wobei man auf die unteren Garben die Ähren, die Stoppelenden aber auf den Boden legt. Oben werden noch 3 Garben gelagert, deren Ähren in umgekehrter Richtung gerichtet sind, auf ihnen noch 2 Garben wieder in umgekehrter Richtung, und schließlich wird auf diese 2 Garben die 12. gelegt[3]. Bei uns im Schwarzerdegebiet ist die *Kreuzmethode* sehr verbreitet, bei der die Garben zu 13 oder 25 Stück, je nach der Größe der Garben, gelagert werden.

[1] Beim Selbstbinder fällt dieses Stadium der Erntearbeit weg. Deswegen muß man bei feuchtem Getreide den Umfang der Garben verkleinern.

[2] Diese Bezeichnungen sind in den einzelnen Gouvernements verschieden.

[3] Eine ähnliche Methode wird z. B. im Gouvernement Samara angetroffen. Dort wird nur eine größere Garbenzahl genommen; auch ist die örtliche Benennung dort anders.

Beim Anlegen nach der Kreuzmethode mit 13 Garben verfährt man folgendermaßen: 4 Garben werden mit den Ähren zusammen kreuzweise auf den Boden gelegt, darauf werden in derselben Weise noch 2 Reihen zu je 4 Garben gelegt; schließlich werden die Ähren dieser 12 Garben durch eine 13. Garbe bedeckt, die mit ihrem Stoppelende nach oben gerichtet und im Ährenende gevierteilt ist. Bei einer Lagerung von 25 Garben (klein gebunden) nach der Kreuzmethode werden statt 4 in jeder Reihe 8 Garben hingelegt, in 3 Reihen 24 Garben; die 25. bedeckt das Kreuz ebenso wie die 13. im vorher genannten Fall. Vier solche Kreuze bilden eine „Kopna" (zahlenmäßiger Begriff für den Ernteertrag).

Das getrocknete Getreide (mit hartgewordenem Korn) wird entweder zur Dreschmaschine gefahren, wenn der Drusch sofort erfolgt oder zum Aufbewahrungsort, wo die Garben entweder in Diemen oder in geschlossenen Räumen aufbewahrt werden.

In den nördlichen Gegenden werden die Garben vor dem Drusch oft noch getrocknet; die Maßnahme wird durch die Feuchtigkeit des Klimas und durch das allmähliche Dreschen im Laufe des ganzen Winters bedingt und durch die Billigkeit des Heizmaterials ermöglicht. Das Rauchtrocknen ist sehr verbreitet. Diese Methode verlangt aber große Vorsicht, weil das Korn sehr leicht überhitzt werden kann und dann seine Keimfähigkeit verliert; aber auch die Körnertrockenanlagen verlangen in dieser Hinsicht große Aufmerksamkeit. Wenn die Keimfähigkeit auch nicht herabgesetzt wird, so leiden doch die Eigenschaften des Strohes und des Kornes unter dem Rauch. Mit der Verbreitung der Dreschmaschinen wird das Trocknen der Garben seltener.

Das Dreschen erfolgt auf verschiedene Art: Durch *Flegel, Walzen und Gespannantrieb.* Diese Methoden verlangen eine Tenne, auf welcher man das Getreide ausbreiten und das Korn aufsammeln kann. Diese muß eine glatte Oberfläche, nach Möglichkeit ohne Vertiefungen und eine gewisse Elastizität besitzen. Sie kann ständig (selten) oder vorübergehend (gewöhnlich) sein. Auf freiem Felde wird sie durch Befreien der Oberfläche von den Stoppeln und durch Glattmachen des Bodens mit Spaten, durch Fegen und Begießen (damit kein Staub entsteht) hergestellt; manchmal wird der Druschplatz beim Flegeldrusch wertvoller Getreidearten mit einem groben Leinentuch bedeckt. Der Drusch mit dem Flegel verlangt, daß das Getreide trocken ist und daß es wiederholt gewendet und gedroschen wird. Dabei bleibt das Stroh gut erhalten, aber der Drusch erfolgt langsam; der Verlust während der Aufbewahrung ist groß. Das Dreschen mit Tieren, das darin besteht, daß auf dem ausgebreiteten Getreide entweder Wagen gefahren oder Ochsen oder Pferde, die zu mehreren aneinandergebunden sind, getrieben werden, erfolgt zwar schneller, ist aber deshalb unbequem, weil dabei das Korn beschmutzt wird und das Stroh durch Bruch leidet. Dieses Verfahren ist mehr für trockene Klimate geeignet; das gleiche gilt auch für das Dreschen mit Walzen. Endlich bürgert sich immer mehr und mehr, auch in den bäuerlichen Wirtschaften vieler Gegenden, das *maschinelle* Dreschen des Getreides ein. Dieses Verfahren ist am leistungsfähigsten und vollkommensten bezüglich der Körnergewinnung. Die Besonderheiten der Dreschmaschinen verschiedener Bauart werden aus anderen Kursen als bekannt vorausgesetzt. Hirse, Hafer und Gerste lassen sich leichter dreschen als Roggen und Weizen; von den Weizenarten sind die Hartweizen schwerer zu dreschen als die Weichweizen. Die Hirse wird von der Dreschmaschine teilweise geschält; aber auch jedes Korn kann, falls es trocken ist, etwas beschädigt werden, zum Teil dadurch, daß es zerbrochen wird, vor allem aber dadurch, daß es unsichtbare Risse auf der Schale erhält, wodurch das Korn, das mit der Maschine gedroschen wurde,

z. B. das Beizen mit Kupfervitriol schlechter verträgt als das handgedroschene Korn.

Die Erträge der Getreidearten. Das Verhältnis Korn zu Stroh zeigt in der Ernte gewöhnlich ein Übergewicht des Strohes. In der Literatur wird für den Winterroggen meistens das Verhältnis 1 : 2,5 angegeben, beim Winterweizen ist es enger, für die Sommerung 1 : 1,5. Bei uns ist es allerdings in den meisten Fällen enger[1], vor allem bei den Sommergetreidearten, die nicht selten das Verhältnis 1 : 1 besitzen. Die absoluten Zahlen für die Kornerträge sind natürlich recht verschieden. In sehr guten Verhältnissen erhält man z. B. 25,5 bis 27 dz/ha Winterroggen, 30 dz Winterweizen, 22,5 dz Sommerweizen. Als Höchsternten werden in Westeuropa angesehen:

	Winterweizen	Roggen	Hafer	Gerste
Doppelzentner je Hektar	50	40	40	40

Hier ist zweizeilige Sommergerste gemeint; für Wintergerste werden 44 dz als Höchstgrenze angegeben.

Als Sonderfall, der in Deutschland bei gewöhnlichem Feldanbau (um von Versuchen auf kleinen Parzellen nicht zu sprechen) festgestellt worden ist, wird eine Winterweizenernte von 53,23 dz/ha angegeben.

Aber die größte wirtschaftliche Bedeutung haben nicht Einzelfälle an Höchsterträgen sondern Durchschnittserträge für ganze Länder. *In dieser Hinsicht sind unsere Erträge die niedrigsten — im Vergleich zu sämtlichen Ernten, die nach Westen hin erzielt werden.* So hatten wir für die Jahre 1923—26 bei eigener Durchschnittsweizenernte von 6,9 dz für Frankreich einen Ertrag von 14,2 dz, für Deutschland 18 dz, Belgien 24,7 dz, Holland 25,8 dz und Dänemark 27,7 dz, d. h. *Dänemark hat im Vergleich zu uns vierfache Erträge.*

Wo liegt der nächstliegende Grund für unsere äußerst niedrigen Erträge, die nach westeuropäischem Maßstab beinahe mittelalterlichen Ernten entsprechen? Am häufigsten wird dies durch zwei Umstände erklärt, deren Bedeutung man in diesem Falle ganz beträchtlich übertreibt, und zwar spricht man bei uns häufig von der „Rauheit" unseres Klimas im Vergleich zu dem westeuropäischen. Westeuropa ist dagegen überzeugt, daß unsere niedrigen Ernteerträge durch die „große Unwissenheit des russischen Bauern" verursacht werden.

Aber erstens sagt das Klima an und für sich noch nichts; die Böden sind aber im Westen schlechter als bei uns. 150 Jahre früher hatte Deutschland *genau dieselben Erträge* von 6—8 dz, die wir jetzt haben; und nur durch Zusammenarbeit von Praxis und Wissenschaft begannen sich dort die Erträge zu heben, vor allem durch Einführung der Stickstoffsammler und der Hackfrüchte, die für die Getreidearten gute Vorfrüchte sind. Besonders war aber dies durch die Entwicklung der Agrikulturchemie und der chemischen Industrie möglich, die eine breite Anwendung der künstlichen Düngemittel zuließ, welche die Erträge auf eine bis jetzt außerordentliche Höhe gesteigert haben. Es folgt eine Tabelle, deren Zahlen die methodisch steigende Bewegung der Erträge im Westen wiedergeben:

[1] Nach Werner zeigen folgende Durchschnittszahlen die Veränderung dieses Verhältnisses bei der Winterung

	Korn %	Stroh %
Winterweizen Englands	37,8	62,2
Winterweizen Deutschlands	40,8	59,2
Winterweizen Ungarns, Rumäniens und Südrußlands . . .	44,0	56,0

Weizenerträge	1770—80	1880—1890	1890—1900	1900—1910	1910—1914
Dänemark	—	22,4	24,0	26,7	29,3
Holland	—	18,2	19,7	24,3	26,1
Deutschland . . .	6,7—7,5	15,0	17,6	19,8	21,0
Frankreich	—	11,6	13,1	13,4	13,5
Rußland	—	5,1	5,9	6,6	6,7

Auf diese Weise hat Deutschland bei gleichbleibendem Klima seine Erträge im Laufe von 150 Jahren verdreifacht. Dabei hat an der Steigerung der Erträge während der Jahre 1880—1914 die Anwendung der künstlichen Düngemittel den Hauptanteil (50 %), der Rest entfällt auf die Erfolge der Züchtung (25 %) und auf die übrigen Kulturmaßnahmen (25 %).

Daß bei uns das Klima einer großen Ertragssteigerung nicht im Wege steht, wenn man bei guter Bearbeitung genügende Düngermengen zuführt, zeigen die Versuche der Versuchsstationen. So erreichte die Farm der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje (unter der Leitung von W. S. Markowsky) bis zum Jahre 1890 eine Verdreifachung der Roggenernten (31 hl statt 7,5 als Mittel für 10 Jahre) im Vergleich zu den mittelrussischen Durchschnittserträgen; auf dieser Höhe blieb die Steigerung aber noch nicht stehen. Das Versuchsfeld der Akademie erzielte in den darauffolgenden Jahren Roggenernten von 30 dz.

Sogar im trockenen Südosten haben die Versuchsstationen doppelte Erträge im Vergleich zu den örtlichen Durchschnitten erreicht. Daher ist nicht das Klima ein Faktor, welcher unsere Erträge in den Schranken der gegenwärtigen Höhe hält. Ebensowenig ist es die Unwissenheit der Bauern, wie man im Westen annimmt, sondern die Verhältnisse der extensiven Wirtschaft. Würde man denselben holländischen Bauer, der zu Roggen 6,8 dz Salpeter gibt und ebensoviel Thomasmehl und Kainit, der physiologisch saure und alkalische Düngemittel unterscheidet und der selbständig die Bodenreaktion nach Comber bestimmt, zu uns verpflanzen, so müßte er die Anwendung des Salpeters zu Roggen einstellen und müßte von seinen hohen Erträgen zu unseren niedrigen übergehen, in erster Linie deshalb, weil in Holland der Salpeterpreis 80 % des Roggenpreises beträgt, bei uns aber 220 %. Ohne Salpeter können die Getreideerträge aber nicht auf der Höhe bleiben, wie sie für Holland charakteristisch sind. Auf diese Weise hängt die Höhe der Erträge von einer ganzen Reihe allgemeiner Verhältnisse ab, im besonderen von den Preisverhältnissen zwischen landwirtschaftlichen Produkten und Industrieerzeugnissen.

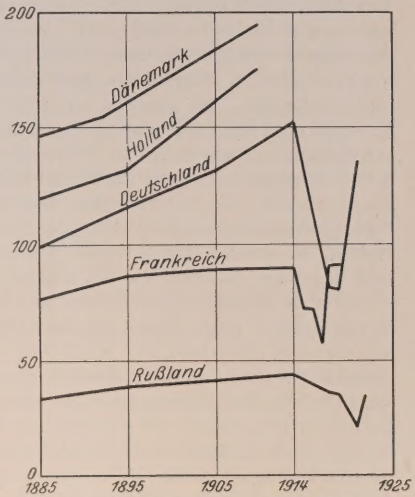


Abb. 4. Die Veränderung der Erträge in verschiedenen Ländern von 1885—1925 (in Pud = 16,4 kg je Desjätine = 1,1 ha).

12. Besondere Eigenschaften der einzelnen Getreidearten.

Die vorangegangene allgemeine Beschreibung der Eigenschaften der Getreidearten und ihrer Anbauverhältnisse wollen wir jetzt durch einige Mitteilungen über die besonderen Eigenschaften jeder einzelnen Getreideart ergänzen. Weil

aber schon bei der Zusammenstellung der allgemeinen Übersicht vor allem unsere gewöhnlichen Kulturen: Roggen — Hafer — Weizen — Gerste — Hirse im Auge behalten wurden, so bedarf ihre Beschreibung nur einer geringen Ergänzung, und zwar einer Ergänzung, die sich vor allem auf die Sortenfrage und ihre Einteilung bezieht. Die südlichen Pflanzen aber: Mais — Mohrenhirse — Reis müssen wir auch durch Mitteilungen über ihren Anbau selbst ergänzen.

Wir haben schon weiter oben gesehen, daß als Grundlage für die Einteilung der Getreidearten in Gattungen und Arten sowie in Varietäten nach Möglichkeit die konstanten morphologischen Merkmale dienen, wie z. B. die Art des Blütenstandes, die Blüte, Form und Größe der Spelzen, die Länge der Grannen, der Bau der Frucht, des Halmes usw. Die Merkmale, in denen sich die Getreidesorten voneinander unterscheiden, sind aber nicht immer dieser Art. Dadurch, daß die Getreidearten unter der Einwirkung der verschiedenen Verhältnisse entstanden sind, die mit der Wanderung des Menschen in den verschiedenen Ländern und Klimaten verbunden sind, teilweise auch durch die Einwirkung der künstlichen Auslese haben sich die Getreidearten gewisse Eigenschaften angeeignet, die in kultureller Hinsicht wertvoll sind, die sich aber im Aussehen der Pflanze nicht immer genügend widerspiegeln, wie z. B. die geringere Anfälligkeit gegen Winterkälte, Sommerdürre, Pilzbefall usw.

Die *bodenständigen Sorten* stellen gewöhnlich eine Mischung mehrerer botanischer Formen dar, was nicht hindert, daß diese Mischung den Verhältnissen des betreffenden Gebietes gut angepaßt ist; man kann sich leicht vorstellen, daß Mischungen von Formen, die sich in wirtschaftlicher Hinsicht nahestehen, sicherere Erträge liefern können als reine Linien allein. Wenn wir aber die bodenständigen Sorten zergliedern, indem wir aus ihnen bestimmte, morphologisch gut zu unterscheidende Varietäten auslesen, so verschwindet dadurch der Begriff einer Sorte nicht. Dieselben botanischen Varietäten mit denselben morphologischen Merkmalen, nach denen sie aus den Getreidearten des Westens und des Ostens, des Nordens und des Südens herausgelesen wurden, stellen ein Material dar, das in den physiologischen Merkmalen verschieden ist, wie Widerstandsfähigkeit gegen Dürre, Kälteverträglichkeit usw. Auf diese Weise kennt man innerhalb einer und derselben Varietät recht verschiedene Rassen und die Zugehörigkeit zur betreffenden morphologischen Varietät an sich besagt im Sinne der kulturellen Bewertung der Sorte noch nichts. Gewöhnlich sagt sie nicht einmal, ob es eine Winter- oder Sommerform sein wird, weil man in der Mehrzahl der Fälle die eine wie die andere Möglichkeit hat.

Die Kompliziertheit des botanischen Formengemisches der Wirtschaftssorten erklärt auch ihre scheinbare Plastizität, ihre Akklimatisationsfähigkeit und die sog. Entartung der Sorte, von der man im Falle eines allmählichen Verlustes der erwünschten Eigenschaften spricht. In allen diesen Fällen findet eine Veränderung der prozentualen Zusammensetzung der Mischung der botanischen Formen statt, welche die betreffende Wirtschaftssorte charakterisieren. Wenn z. B. in den früheren Beschreibungen die Rede davon war, daß eine Sorte sich bei der Bewegung nach Osten stärker begrannt, bei der Bewegung nach Westen dagegen die Grannen verliert, so wird diese Erscheinung in jener Wirtschaftssorte durch das Vorhandensein einer Mischung von einer unbegrannten und halbbegrannten Form erklärt, von denen je nach den Wachstumsbedingungen bald die eine, bald die andere die Oberhand gewinnt.

Etwas anderes sind die Zuchtsorten, die in botanischer Hinsicht vollkommen gleichartig sind. Bei Selbstbestäubern zeichnen sich die Zuchtsorten durch Konstanz aus. Im Betrieb kann natürlich leicht eine Verunreinigung des Zuchtmaterials durch örtliches Saatgut erfolgen. Die Zuchtsorten sind ihrer „bo-

tanischen Zusammensetzung" nach rein. Sie sind aber oft mehr spezialisiert, an bestimmte Verhältnisse, an ein bestimmtes Ziel eng angepaßt; sie sind weniger anpassungsfähig. Beim Auftreten neuer Anforderungen können die bodenständigen Sorten eher als Ausgangspunkt für eine Auslese in der neuen Richtung dienen, weswegen die Erhaltung der bodenständigen Sorten und ihr Schutz vor Vernichtung erwünscht ist.

Infolge der Unbeständigkeit und des Vorhandenseins vieler Übergangsformen ist die Einteilung der Sorten eine recht schwierige Sache; die Erforschung der Sorten wird außerdem noch durch ihre riesige Zahl erschwert. Außer der Veränderung in der Zusammensetzung der Population kann das umgebende Milieu eine unmittelbare Wirkung sogar auf die Merkmale einer reinen Sorte ausüben. Jedoch ist diese Wirkung nicht erblich. So kann z. B. die schwarze Färbung der Grannen in einem bewölkten Sommer nicht auftreten; jedoch tritt die Färbung bei Veränderung der Verhältnisse aufs neue wieder auf. Manchmal spricht man von einer „Entartung" (bei den Hartweizen). Man versteht darunter bald eine Mischung von harten und weichen Weizen, bald ein unausgereiftes Korn des Hartweizens. Überhaupt muß man den Ausdruck „Entartung" mit einer gewissen Vorsicht gebrauchen.

13. Der Weizen. Varietäten und Sorten.

Der Weizen ist der Fläche nach das zweite Getreide, das im europäischen Rußland angebaut wird. An erster Stelle steht er nur in den südlichen Schwarzerdegebieten Rußlands und im Schwarzerdegebiet Sibiriens; dabei fällt die Hauptrolle dem Sommerweizen zu. Wir wollen die Betrachtung der Sorten mit dem *gewöhnlichen Weizen* (Triticum vulgare) beginnen, weil diese Art am formenreichsten und am verbreitetsten ist[1]. Hier können folgende Sortengruppen angeführt werden, die aus Varietäten zusammengesetzt sind[2]:

A. *Unbegrannte Weizen*: „Girka"	*weiße Ähre* „weißer Girka"	a)	weiße Körner: Var. albidum (und leucospermum)
		b)	rote Körner: Var. lutescens (und anglicum)
	rote Ähre „roter Girka"	a)	weiße Körner: Var. alborubrum (und Delfii)
		b)	rote Körner: Var. milturum (und pyrothrix)
	schwarze Ähre		rote Körner: (nigrum)
B. *Begrannte Weizen*: „Ußatka"	*weiße Ähre* „weißer Ußatka"	a)	weiße Körner: Var. graecum (und meridionale)
		b)	rote Körner: Var. erythrospermum (u. hostianum)
	rote Ähre „roter Ußatka"	a)	weiße Körner: Var. erythroleucon (und turcicum)
		b)	rote Körner: Var. ferrugineum (und barbarossa)
	schwarze Ähre oder blau-schwarze		rote Körner: Var. caesium (und fuliginosum)

Wir wollen bei der Betrachtung derjenigen Vertreter dieser Gruppen stehenbleiben, die gewöhnlich als die besten und charakteristischsten bezeichnet werden.

A. Unbegrannte Weizen. *Weiße glatte Girka.* Mit weißem Korn (Var. albidum), werden vor allem in Westeuropa angebaut. In Rußland werden sie als selbständige Wirtschaftssorten fast gar nicht angetroffen; manchmal befinden

[1] Siehe allgemeine Charakteristik weiter oben.

[2] Zur Vereinfachung ist in dieser Tabelle in Klammern eine Parallelreihe von Varietäten angeführt, die sich dadurch unterscheiden, daß ihre Hüllspelzen nicht nackt, sondern sammetartig behaart sind. Über eine genauere Gruppierung siehe in Körnicke: Handbuch des Getreidebaues. — Auch bei Flachsberger: Bestimmung der Varietäten der echten Getreide nach Körnicke. 1923. — Flachsberger: Bestimmungstabellen des Weizens. Arb. d. Bur. angew. Bot. 1905, 1—209. — Man darf nicht außer acht lassen, daß zu jeder Varietät eine ganze Reihe von Sorten gehört.

sie sich aber in anderen Sorten als Beimischungen. Deswegen hat erst die Züchtung den Anfang mit den Sorten der Sommer-albidum-Weizen auf unserem Markte geschaffen.

So wurden von der Station Saratow aus dem Poltawaweizen reine Linien der Sommer-albidum-Weizen ausgelesen. Von ihnen erlangten einige Nummern praktische Bedeutung; so wurde die weißkörnige Nummer 721 nicht nur am rechten Wolgaufer stark verbreitet, sondern zeigte auch hohe Ertragsfähigkeit bei der Sortenprüfung in der Ukraine in den Jahren 1923 und 1924. Die Winterform des albidum (weißkörnig Nr. 676) ist von der Station Charkow aus den Beimischungen des Sandomirkaweizens ausgelesen worden. Unter den „Moskauer Zuchtsorten" gibt es ebenfalls eine Winterform des albidum[1].

Wirtschaftssorten mit einem Vorherrschen der Albidumweizen werden in Turkestan angetroffen (Sommerformen). Der Kostromaweizen wird vor allem in Polen angebaut. Er hat keine Beziehungen zum Gouvernement Kostroma und heißt auch noch „*Pulawa*"weizen. Er wird als recht ertragsfähige, gegen Frost und Rost widerstandsfähige Sorte beschrieben (nach Erfahrungen der südwestlichen Wirtschaften). Er besitzt ein weißes, dunkelschaliges, im allgemeinen mehliges Korn, aber mit einem größeren Prozentsatz glasiger Körner als der Sandomirweizen. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist dieser Weizen in Polen durch Verbesserung irgendeiner ausländischen Sorte entstanden. An der Grenze zwischen Polen und Deutschland wird der *Kujawische* Weizen angebaut, mit weißem oder rotem Korn (Deutschland) je nach den Bodenverhältnissen. Diese Sorte bestockt sich mittelmäßig, ist ziemlich widerstandsfähig gegen Lager und überwintert gut. Die wichtigsten Sorten der weißen Girkaweizen sind für Deutschland folgende zwei: *Frankensteiner* Weizen aus Südschlesien (der Name rührt von der Stadt Frankenstein, dem Hauptabsatzgebiet dieses Weizens, her) und *Probsteier* (Holstein, Kreis Probstei). Der erstere zeichnet sich durch starke Bestockung aus. Der zweite, der sich weniger bestockt, ist als die nördlichere Sorte widerstandsfähiger gegen Frost; er hat ein rötliches Korn. Beide arten bei Bodenveränderung leicht aus; vielleicht stammen sie von dem Sandomirweizen (roter unbegrannter Weizen) ab, der mit Vordringen nach Westen die Neigung zeigt, in eine weißährige Sorte überzugehen (alle diese älteren Angaben beziehen sich auf Wirtschaftssorten, die eine Mischung nahestehender Formen darstellen). Weiter nach Westen sind noch mehr Sorten aus der Gruppe der weißen glatten Girkaweizen vorhanden. In Belgien ist der *weiße flämische* Weizen stark verbreitet; er verlangt gemäßigtes Klima und fruchtbaren Boden[2]. Diese Sorte wird auch in anderen Gegenden angebaut, nur unter anderem Namen, z. B. als *Seeländerweizen* in Holland. In England gibt es Sorten, die dem flämischen Weizen nahestehen, so z. B. der *Hopetown-* (Schottland) und der *weiße Essex-Weizen*, die wahrscheinlich mit dem flämischen Weizen eine gemeinsame Abstammung besitzen. Außerdem gibt es in England eine ganze Reihe eigener Sorten des weißen unbegrannten Weizens, so z. B. der dem Kostromkaweizen ähnelnde Winterweizen von Hunter (er wurde übrigens von Hallet verbessert), Chiddam, Hickling u. a. Sie verhalten sich ungünstigen Einwirkungen gegenüber verschieden. So erfriert der Chiddam-Weizen auf dem Kontinent, der Hickling-Weizen wird stark vom Rost befallen. Alle englischen Sorten sind als Sorten eines milden feuchten Klimas ziemlich spätreif und frost-

[1] Der Name „Moskauer Zuchtsorten" bezeichnet kurz die von Rudsinsky und seinen Mitarbeitern auf der Zuchtstation der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje herausgelesenen Sorten.

[2] Dieser Weizen eignet sich besonders gut für feuchte und schwere Böden; auf durchlässigeren wird er durch andere Sorten verdrängt.

empfindlich; deswegen erfrieren schon viele von ihnen bereits in Deutschland, mehr noch in Rußland. Sämtliche Sorten sind lang im Stroh; sie bestocken sich reichlich und entwickeln starkes Stroh, das sehr widerstandsfähig gegen Lager ist, was bei dem ständig bewölkten Himmel und infolge des Lichtmangels in England sehr leicht eintreten kann. Das Korn dieser Sorten ist voll, stärkehaltig, eiweißarm und wasserreich; beim Anbau in Rußland ändern sich die Eigenschaften des Kornes, es wird länger, gerunzelt und nimmt eine dunklere Farbe an. In Frankreich werden von den weißen grannenlosen Weizen vor allem die von England übernommenen Sorten angebaut. Ihre Körner sind eiweißreicher und weniger wasserhaltig als in England selbst.

2. Die zur *Varietät lutescens* gehörenden Sorten (weiße Ähre, rotes Korn) gehören zu den verbreitetsten der Welt und haben auch bei uns eine große Bedeutung. In Rußland fällt die Hauptrolle unter den Sommerweizen mit heller Ähre und rotem Korn (Var. lutescens) den Weizen zu, die unter dem Namen *Poltawka, Ulka, Belokoloska* (auch Belokorka = Weißkorn) bekannt sind. Das ziemlich große Korn des Belokoloskaweizens ist halbglasig und besitzt eine dicke Schale. Die Müller bewerten ihn nicht sehr hoch, aber die Landwirte wählen oft dennoch diese Sorte, weil der Belokoloskaweizen ziemlich ertragreich ist; er wird nicht vom heißen Steppenwind geschädigt, weil er frühreif ist und wird weniger vom Brand befallen als z. B. der „russische Weizen", der früher im Osten verbreitet war und zur Var. erythrospermum gehört (s. weiter unten).

In dieser Charakteristik herrscht aber keine vollständige Übereinstimmung unter den verschiedenen Autoren. So verträgt der Poltawaweizen nach den Beobachtungen von I. A. Stebut[1] Trockenheit des Bodens gut, ist aber empfindlich gegen übermäßige Hitze und Trockenheit der Luft sowie gegen trockene Winde des Ostens.

Ferner erlangt der Poltawaweizen durch seinen höheren Futterwert auch noch einen Vorrang gegenüber dem „russischen" Weizen. Jedenfalls ist eine Verdrängung des „russischen" Weizens durch den Poltawaweizen auf riesigen Flächen festgestellt worden. Im Gouvernement Saratow hat der Poltawaweizen im Laufe von 10 Jahren (ungefähr von 1891—1900) „fast endgültig den dort seit altersher angebauten russischen Weizen verdrängt"[2]. In Sibirien ist der Poltawaweizen ebenfalls sehr verbreitet; er reicht bis an das Küstengebiet[3]. Für das Gouvernement Irkutsk ist der Poltawaweizen allerdings zu spätreif; er wird hier durch andere Sorten verdrängt. Es folgen die Ergebnisse von W. E. Pisarew für ein Muster, das aus Rußland eingeführt wurde und anfänglich vor allem Poltawaweizen enthielt.

Die Veränderungen der botanischen Zusammensetzung des eingeführten Weizens war folgende:

	1913 %	1914 %	1915 %	1917 %
Triticum vulgare Var. lutescens	72,0	38,8	31,0	76,0
Triticum vulgare Var. ferrugineum	10,9	36,5	41,0	82,4
Triticum vulgare Var. erythrospermum . . .	9,3	13,0	18,4	5,7
Triticum vulgare Var. milturum	6,1	11,8	9,6	—
Triticum vulgare Var. durum und compactum	0,7	—	—	—

[1] Arb. d. Stat. Saratow, Zuchtabt. 3, 93 (1915).
[2] Stebut: S. 89.
[3] Flachsberger: Die Bestimmung der Weizenarten (Petersburg 1913). — Siehe ebenfalls: Arb. d. Bur. angew. Bot. 1913, Nr 1.

Dies ist im allgemeinen ein recht charakteristisches Bild für die weißährigen, für die Ulka- und anderen Weizen, die nach dem Gouvernement Irkutsk nur eingeführt werden, um früher oder später nach Frühfrösten aus den bäuerlichen Wirtschaften zu verschwinden[1]. Hierin zeigt sich die ganze Bedingtheit der Vorstellungen über die Frühreife, weil der Lutescens-Weizen, der im Gouvernement Saratow innerhalb von 7 Wochen reif wird, im Gouvernement Irkutsk seine Vegetationsperiode auf bedeutend längere Zeit ausdehnt. Außer den Landsorten, in denen der Lutescens-Weizen vorherrscht, gibt es jetzt auch Zuchtsorten, die zu dieser Varietät gehören. So isolierte A. I. Stebut im Jahre 1911 auf der Station Saratow aus dem örtlichen Poltawaweizen die reine Linie „Belokoloska 062" heraus, die eine Steigerung von 15 % gegenüber der Ausgangssorte brachte und im Vergleich zu allen übrigen Sorten der Ertragsfähigkeit nach die erste Stelle einnahm.

Diese Sorte fand auf dem rechten Wolgaufer starke Verbreitung und behauptete auch in den Sortenversuchen in der Ukraine ihre gute Stellung. Außer den Saratower Belokoloskasorten sind auch noch Zucht-lutescens-Sorten anderer Stationen bekannt; von der Station Poltawa wurde der Belokoloskaweizen durch Massenauslese seit dem Jahre 1887 verbessert.

Zu derselben Varietät (lutescens) gehört auch der Sommerweizen „Marquis", der von Saunders durch Kreuzung erhalten wurde und einen Riesenerfolg in Kanada und in den Vereinigten Staaten gehabt hat. Zu uns gelangte dieser Weizen im Jahre 1922. Er zeigte jedoch unter den Verhältnissen des Steppengebietes keine gute Ertragsfähigkeit. Im Kubangebiet waren die Ergebnisse günstiger; dem „Marquis"-Weizen steht der „Kitchener"-Weizen nahe.

Die Winter-lutescens-Sorten sind bei uns viel weniger verbreitet als die Sommersorten. Es gibt Zuchtsorten der Moskauer, der Charkower und der Saratower Station. Im Westen sind unter den Winter-lutescens-Sorten die Squarehead-Weizen bekannt (vom englischen Sqarehead = Quadratähre).

3. Die Varietät *alborubrum* (rote Ähre, weißes Korn). Hierher gehören fast ausschließlich Wintersorten westlicher Herkunft, wie z. B. der in Polen sehr bekannte und bei uns in den südwestlichen Gouvernements vorkommenden Sandomirka-Winterweizen, der seinen Namen von der Stadt Sandomir des Gouvernements Plozk erhalten hat, und einige ihm nahestehende Formen.

Bei der Prüfung der Backqualität des Mehles zeichnete sich der Sandomirkaweizen aus der Ukraine durch hohe Bewertung unter den Weichweizen aus (Vavilow und Tschingo-Tschingas). In der Ertragsfähigkeit stand er einer Reihe anderer Sorten nach (Ergebnisse der Sortenprüfung in der Ukraine).

Hierher gehören auch der „oberlitauische" Weizen und der „Dattel"-Weizen; manchmal trifft man aber unter dem Namen „oberlitauischer Weizen" Wirtschaftssorten an, in denen Albidum-Weizen vorherrschen oder denen Milturum-Weizen beigemengt sind.

4. Viel verbreitet ist bei uns und überhaupt auf der gesamten Erdkugel die Varietät *milturum* (rote Ähre, rotes Korn), deren Sommerformen im Süden unter dem Namen Krasnokoloska, Girka, Golokoloska bekannt sind. In Sibirien wird Milturum-Weizen ebenfalls angetroffen, oft in Vermischung mit anderen Formen.

Es ist interessant, daß die frühreifsten Sorten der sibirischen Weizen, die auf der Wasserscheide zwischen den Flüssen Angara und Lena angebaut werden,

[1] W. E. Pisarew: Das Versuchsfeld *Tulun*. 1. Heft, S. 272 (1916).
Um die angeführte Tatsache zu verstehen, muß man im Auge behalten, daß die zu vergleichenden Gegenden (Irkutsk und Saratow) ein unterschiedliches Klima nicht infolge der verschiedenen geographischen Breite besitzen, sondern infolge der verschiedenen Höhe ü. d. M. und infolge einer verschiedenen Lagerung der Gebirgsketten.

sich als aus einer Mischung von milturum und ferrugineum bestehend gezeigt haben. W. E. Pissarew hat aus dieser Mischung die frühreifste Form milturum ausgelesen, die daraufhin auf Alaska in der Jukontiefebene von dem Leiter des Versuchswesens Georgeson (Agronomist, Charge Sitka) geprüft wurde und die Fähigkeit auszureifen gezeigt hat, so daß man zu der Hoffnung berechtigt ist, von den Irkutskweizen Sorten zu gewinnen, die sogar auf Alaska zum Anbau geeignet sind.

Nach Flachsberger ist der sibirische Sommerweizen Milturum khogotense von Pisarew die frühreifste Form der ganzen Welt.

Mit der Verbesserung der Sommerformen des Milturumweizens befaßte sich die westsibirische Station, wo Skalosubow eine ertragreichere Form (roter unbegrannter Nr. 424) ausgelesen hat. Außerdem haben die Stationen in Odessa und Charkow einige Linien mit erhöhter Leistungsfähigkeit gezüchtet; sie werden als „rote Girka" Nr. X bezeichnet.

Ferner gehört zum Milturum-Weizen eine Reihe von Winterformen, die z. B. in den Gouvernements Charkow, Tschernigow, Poltawa unter dem Namen „roter unbegrannter" Weizen vorkommen, mit denen sich unsere Zuchtstationen ebenfalls befaßten (z. B. Moskau, Jekaterinoslaw).

Infolge ihrer geringen Verbreitung bleiben wir bei der Betrachtung der Varietäten mit sammetigen Hüllspelzen (*sammetiger Girka*), die in beiden erwähnten Gruppen des unbegrannten Weizens vorkommen (wenn auch seltener als die glatten Girka), nicht länger stehen. An sich ist der Sammetcharakter der Hüllspelzen in feuchtem Klima ein Mangel, wenn auch ein geringer, weil diese Sorten infolge der Behaarung mehr Wasser zurückhalten, infolgedessen trocknen die Ähren bei der Ernte schlechter aus; das Korn wächst leichter aus.

B. Begrannte Weizen. 5. *Weiße glatte Uβatka* mit weißen Körnern (*Var. graecum*) sind vor allem Weizensorten des warmen, trockenen Klimas und werden deswegen vor allem in den südlichen und südöstlichen Gegenden angebaut. In Rußland werden diese Sorten in bedeutendem Umfang im Turkestan und auch im Kaukasus angebaut. So gehört hierher auch der „Chiwinkaweizen". Nach Flachsberger gibt es fast keine einzige Weizenart, die aus Turkestan kommt, welcher diese Sorte nicht beigemischt wäre. Außerdem ist sie von Griechenland bis nach Mittelasien und Ostindien verbreitet. Bei uns wird die Möglichkeit ihres Anbaues offenbar durch das Winter-Wolgagebiet bis zur Breite von Samara begrenzt.

6. Weiße glatte Uβatka mit rotem Korn (Var. *erythrospermum*).

Von den Sommerweizen gehört zu dieser Gruppe die im Südosten sehr bekannte Sorte „Rußak" oder der russische Weizen — er heißt manchmal auch „Samarka", der sich durch zartes biegsames Stroh und rötliches kleines Korn auszeichnet. Diese Sorte ist auf dem linken Wolgaufer und weiter in der Richtung nach dem Ural hin verbreitet. Mit dem Verschwinden der neu urbar gemachten Steppen und Ödländereien, also mit dem Übergang vom Anbau auf Neuland zum Anbau auf bereits älteren Kulturböden ersetzt der „Rußak" die Hartweizen. Sein Korn wird von den Müllern hochgeschätzt und beim Mahlen dem Poltawkaweizen zugesetzt. In der Ertragsfähigkeit steht der „Rußak"-weizen dem Poltawkaweizen aber nach. Aus der Landsorte des Rußakweizens hat I. A. Stebut im Jahre 1901 auf der Station Saratow eine reine Linie: erythrospermum Nr. 341 ausgelesen, die in der Ertragsfähigkeit die Wirtschaftssorte um 13% überflügelte.

Dem Rußakweizen stehen einige frühreife sibirische Sommerweizen nahe: Erythrospermum irkutianum von Pissarew.

Von den Wintersorten gehört zur Varietät erythrospermum der „Krimkaweizen“[1] und einige Wintersorten des Kubangebietes (der „Sedoußkaweizen“).

Von den ausländischen Sorten ist der *Banaterweizen* oder die *„Banatka“* weit bekannt, der in einem kleinen Gebiet Ungarns (im Banat) auf trockenem Boden und in trockenem Klima angebaut wird. Diese Weizensorten (Winter- und Sommersorten) sind durch eine weiße oder gelbliche Ähre charakterisiert, die ziemlich lange Grannen trägt und ein großes rotes glasiges Korn besitzt. Ihre Bestockungsfähigkeit ist mittelmäßig. Sie sind widerstandsfähig gegen Lager, was allerdings nicht allgemein bestätigt wird, und ziemlich frühreif. Es gibt Winter- und Sommersorten. Im Westen übersteht der Banatkaweizen den Winter sehr gut. Bei uns ist seine Verbreitung aber auf die Ukraine beschränkt, wo er eine bemerkenswerte Bedeutung erlangt hat, vor allem westlich vom Dnjepr. Diese Verbreitung nahm ihren Anfang in den 70er Jahren, als I. A. Stebut den Banatkaweizen empfahl.

Aus dem Banatkaweizen ist eine Reihe von Zuchtsorten hervorgegangen. So wurde aus ihm im Jahre 1915 von der Station Mironowo der „Ukrainaweizen gezüchtet, der sich durch Ertragsfähigkeit und Frühreife auszeichnet und sich zuerst auf dem rechten Ufer des Dnjepr verbreitet hat, später aber auch in den östlichen Teil der Ukraine vorgedrungen ist. Zu derselben Gruppe gehören auch die Winterweizen „Semka“ und „Kooperatorka“, die auf der Station Odessa durch Prof. Sapegin aus den bodenständigen Wirtschaftssorten gezüchtet worden sind; von diesen zeichnet sich der Kooperatorkaweizen durch hohe Backqualität des Mehles aus. Hierher gehört auch der „Durableweizen“ der Station Iwanowo, der Champagnerweizen und der „Teiß“-Weizen; aber mit diesen Namen werden auch einige Wirtschaftssorten bezeichnet, die zum Teil aus Ferrugineumweizen bestehen.

Die vor dem Kriege in der Ukraine verbreitete und mit Erfolg auf dem Versuchsfeld Poltawa erprobte Wirtschaftssorte Hors-concours stellt eine Formenmischung vor allem von erythrospermum und ferrugineum dar; das gleiche gilt auch für die Weizensorte „Triumph Podoliens“.

Nach den Ergebnissen der Allgemeinen Ukrainischen Gesellschaft für Samenzüchtung[2] zeigte sich der Ukrainkaweizen „unter den verschiedensten Verhältnissen als eine der ertragreichsten Sorten“. Sie zeichnet sich durch Frühreife, genügende Winterfestigkeit und großes Korn aus.

Der Semkaweizen bringt bei günstigen Überwinterungsverhältnissen ebensolche hohe Erträge wie der Ukrainkaweizen. Aber die Anbaugrenze liegt südlicher als für den Ukrainkaweizen.

Der Kooperatorkaweizen wird als eine der frühreifsten Winterweizensorten bezeichnet; in der Winterfestigkeit steht er dem Ukrainaweizen nach. Sein Korn ist etwas größer als das des Ukraina- und Semkaweizens. Er ist für die Krim und das Gouvernement Odessa am geeignetsten.

Die Sorte Durable steht in Jahren mit günstiger Überwinterung den drei genannten Sorten nach. Aber bei schlechten Überwinterungsverhältnissen kann Durable an erste Stelle rücken (Gouvernement Woronesh).

Die Sorte Hors-concours steht im Steppengebiet der Ukraine dem Kooperatorkaweizen und dem Semkaweizen nach; im Waldsteppengebiet konkurriert sie erfolgreich mit beiden. In Jahren mit ungünstigen Überwinterungsverhältnissen kann sie beide aber überflügeln.

---

[1] Siehe Jakuschkin: Die Weizen der Krim. Arb. angew. Bot. u. d. Züchtung 13.

[2] Siehe Diebold: Die Winterweizen der Ukraine. 1925. — Batyrenko: Winterweizensorten. Bull. d. Netzes 1926, Nr 16.

7. Die Sorten der Varietät *erythroleucon* (rote begrannte Ähre, weißes Korn) sind bei uns nicht verbreitet; sie kommen im Turkestan und in Buchara vor. Recht verbreitet aber sind

8. die Sorten, die zur Varietät *ferrugineum* gehören (rote glatte Ußatka mit roten Körnern). Die Sommerformen dieser Varietät sind für den Nordosten, die Winterformen für den Südosten geeignet.

Aus unseren früher unbestimmten Ferrugineumweizen hat Flachsberger 2 Sommerformen ausgelesen: Ferrugineum rossicum und ferrugineum sibiricum. Die letztere Form wird in den Gouvernements Archangelsk und Perm und in ganz Sibirien angebaut („bis zur nördlichen Grenze des Weizenbaues in Eurasien"). Sie zeichnet sich durch große Anspruchslosigkeit und Frühreife aus; sie ist eine der frühreifsten Weizensorten überhaupt. Ferrugineum rossicum wird auch im Norden Rußlands und in Sibirien angebaut und ist wüchsiger und weniger frühreif. Beide Varietäten liefern die Hauptkornmasse, die aus Sibirien nach dem Westen ausgeführt wird[1].

Von den Winterweizen gehört hierher eine Reihe Lokalsorten, die unter dem Namen „bodenständiger roter" oder „roter begrannter", „Donka", „roter ukrainischer" Weizen bekannt sind. Teilweise sind dies zugewanderte Sorten, wie der Nemertschaweizen (im Kubangebiet unter dem Namen „Koßobrjuchowka, die ägyptische Sorte", verbreitet). Hierher gehört auch zum Teil die Sorte „Triumph Podoliens" (Nemertschanskstation), „Hors-concours" und der Teissweizen[2]. Außerdem die Zuchtwinterformen der Ferrugineumweizen der Stationen Charkow, Jekaterinoslaw u. a.

9. Die Varietät *caesium* wird als Beimischung in einigen Wirtschaftssorten angetroffen; Ähren und Grannen sind graublau (in manchen Jahren ist die Färbung nicht so deutlich ausgeprägt, dann werden die Ähren als „rot mit rauchfarbiger Schattierung" gekennzeichnet); das Korn ist rot.

Hierher gehört die Zuchtsorte „caesium 111", die im Jahre 1913 gezüchtet wurde[3]. Ein dürrefester Weizen. Seine Körner zeichnen sich unter den Weichweizen durch Glasigkeit aus; sie liefern Mehl von hoher Backqualität.

Die *sammetartigen* weißen und roten Ußatka haben ähnlich wie die sammetartigen Girka geringe Bedeutung und recht beschränkte Verbreitung gefunden; es lohnt sich deswegen nicht, auf sie näher einzugehen.

Es sei nur bemerkt, daß zu dieser Gruppe eine Bastardform gehört, die für Nordrußland und für Sibirien durch ihre Frühreife interessant ist — die sog. „Prélude", die in Kanada durch eine komplizierte Kreuzung erhalten wurde und eine kürzere Vegetationsperiode besitzt (88 Tage) als alle ihre Verwandten (Ladoga = 98, Gehun = 100, Hardred Calcutta = 99 usw.). Bei Sortenversuchen auf bäuerlichen Grundstücken im Gouvernement Irkutsk brachte dieser Weizen ein gutes Ergebnis. „Prélude" ist ein begrannter Weizen, mit einer weißen, flaumig behaarten Ähre, mit schwarzen Grannen; übrigens wird das schwarze Pigment in den Grannen nicht immer angetroffen; ein Teil der Ähre hat es nicht, offenbar hängt die Pigmentablagerung von klimatischen Eigentümlichkeiten des Sommers ab. Das Korn hat eine schöne goldrote Farbe. Es zeichnet sich durch besondere Härte aus, ist glasig, voll, groß und von hoher Qualität. Nach den botanischen Merkmalen kann man diesen Weizen zu Triticum varietas pseudo-Hostianum Flachsberger rechnen[4]. Die oben angeführten Reifezeitpunkte haben nur relative Bedeutung, die absoluten Größen ändern sich je nach den örtlichen Verhältnissen.

[1] Christianowitsch und Larionow: Die Sommerweizen des Steppengebietes. Landw. Ztg 1913.

[2] Siehe die weiter oben über ihr Verhältnis zur Varietät erythrospermum gemachten Ausführungen.

[3] Skalosubow: Aus der Landsorte Tschernokoloska; vermehrt auf der westsibirischen Station.

[4] Pissarew: a. a. O.

Zu den Weichweizen rechnete man früher den sog. persischen Weizen, der jetzt eine besondere Art Triticum persicum darstellt (Vavilow). Dieser Weizen wird in Georgien, Armenien, Dagestan und Persien angetroffen. Bei der morphologischen Ähnlichkeit mit den Weichweizen hat sich dieser Weizen aber in physiologischer Hinsicht den Hartweizen näherstehend gezeigt, mit denen er die gleiche Chromosomenzahl besitzt und leicht fruchtbare Kreuzungen ergibt; er zeichnet sich ebenfalls durch Widerstandsfähigkeit gegen Pilzbefall aus[1].

In Kürze sei hier noch eine Weizengruppe erwähnt — die Weizensorten mit einer Kolbenähre, die sehr kurz (die Länge übertrifft die Dicke nur um das 3- bis 4fache) und gedrungen ist — *Triticum compactum*. Hierher gehören: die begrannten Weizensorten *Eschowka* (Igelweizen) und die unbegrannten: *Kretaweizen*. Beide haben aber für das europäische Rußland keine Bedeutung, weil sie wenig ertragreich sind, ein Korn von geringer Qualität liefern und außerdem oft in unsere klimatischen Verhältnisse nicht hineinpassen. Ihre Heimat sind die südlichen Gebirgsländer. In Südrußland, in Westsibirien und im Turkestan werden sie in der Kultur unter dem Namen Jeschewka oder Teremokweizen und Pusanka angetroffen; für das Semipalatinskgebiet ist der „Teremok"weizen bereits im Jahre 1795 beschrieben worden[2].

Die Hartweizen. Die Varietäten und *Sorten des Hartweizens* (Triticum durum, s. weiter oben). Die Hartweizen haben für Rußland weit größere Bedeutung als für Westeuropa. Sie werden in den südlichen und südöstlichen Gouvernements des europäischen Rußlands und im Schwarzerdegebiet Westsibiriens angebaut. Sie sind teilweise auch an den Küsten des Mittelmeeres, in Spanien, Sizilien, Griechenland und einigen anderen Ländern verbreitet. Nach der *Farbe der Ähren, der Grannen, nach der sammetartigen Behaarung der Spelzen* werden mehrere Formen des Hartweizens unterschieden. Die Mehrzahl der in Rußland und Sibirien verbreiteten ausschließlichen Sommersorten gehört zu der Varietät hordeiforme, die rote Ähren und helles weißes Korn besitzt.

In Transkaukasien und im Turkestan trifft man die Varietät *leucurum* an mit weißer Ähre und weißen Grannen und ebenfalls weißen Körnern.

Hierher gehören die im Wolga- und Kubangebiet angebauten *Beloturka-* und *Kubanka*weizen, die sich morphologisch voneinander nicht unterscheiden. Beide werden durch eine gelbe oder hellrote, kurze vierkantige gedrungene Ähre und durch Grannen derselben Farbe gekennzeichnet. Offenbar wird derselbe Weizen diesseits des Kaukasus und im Dongebiet „Garnowka" und in Neurußland „Arnautka" genannt. Er wird auf dem rechten Wolgaufer zum Beloturkaweizen, hinter der Wolga aber verwandelt er sich in den Kubankaweizen[3]. Größtenteils ist dies immer dieselbe Art — *hordeiforme*; über die Einteilung der Art hordeiforme in Rassen s. bei Flachsberger und bei Jakuschkin[4]. Letzterer bringt das Überwiegen der einen oder anderen Rasse mit der mehr oder weniger großen Anpassungsfähigkeit des Beloturkaweizens in Verbindung. Aber unter den Kubankaweizen gibt es Sorten, die sich von den Beloturkaweizen unterscheiden; z. B. der *schwarzährige Kubankaweizen*, der zu der Varietät *coerulescens* gehört. Ebenso gibt es Formen mit weißen Ähren, aber schwarzen Grannen (Var. *melanopus*). Manchmal werden die Hartweizen mit schwarzen, roten und grauen Grannen als Tschernoußka-, Kraßnouska- und Seroußkaweizen benannt; wenn

[1] Siehe Vavilow: Immunität der Pflanzen gegen Infektionserkrankungen. 1918.
[2] Siehe Christianowitsch: a. a. O.
[3] I. W. Jakuschkin: Versuch einer Charakteristik der Hartweizen. Landw. u. Forstw. 1918.
[4] Siehe ebenfalls den Bericht der Versammlung in Saratow 1921: A. A. Orlow: Zur Kenntnis der Hartweizen.

man aber keine bestimmteren Hinweise dafür hat, ob die Ähre flaumig behaart ist oder nicht und wie die Farbe der Ähre ist, so ist es schwer, die von verschiedenen Autoren beschriebenen Formen auf diese Weise zu identifizieren[1]. Neben typischem Hartweizen spricht man oft von „Pererod" (ausgeartetem Hartweizen) als einer Übergangsform zum Weichweizen. Diese Bezeichnung birgt eine gewisse Doppelsinnigkeit in sich, denn man versteht darunter entweder ein Gemisch von Hart- und Weichweizen, die meist unbeabsichtigt ist, oder Hartweizen, der nicht typisch entwickelt ist, von Frost in der Entwicklung gehemmt wurde (Altaigebiet) oder aus anderen Gründen nicht voll ausreifte. Bei Verwendung zur Aussaat liefert dieser letztere, sofern seine Keimfähigkeit erhalten blieb, unter zusagenden äußeren Verhältnissen wiederum typischen Triticum durum. Es sind ferner mehrere Sorten bekannt, die im Kaukasus und im Turkestan angebaut werden; außer Sommerformen wurden auch Winterformen der Hartweizen festgestellt. Nach Flachsberger kommen die hordeiforme Weizen in zwei Formen vor, die eine mit einer dichteren Ähre, mit verkürzten Spelzen und einem kurzen Korn (densiusculum); die andere eine lockere Form, mit längeren Spelzen und längerem Korn (laxiusculum). In reinen Beständen werden diese Formen nicht angebaut, aber nach Westen hin nimmt die lockere Form, nach Osten hin die dichte Form zu; die dichte Form ist dürrerestistenter. Die Müller bezeichnen die lockere Form oft mit dem Namen „ägyptischer" Weizen und bewerten sie niedriger als die dichte Form; aber der Ausdruck „Aegypetka" hat in den westlichen Gouvernements eine andere Bedeutung[2].

Mit der Verbesserung der Sorten der Hartweizen befaßten sich mehrere Stationen. So züchtete A. I. Stebut im Jahre 1911 auf der Station Saratow aus dem lokalen Beloturkaweizen die reine Linie Nr. 342, die im weiteren Verlauf unter allen in Saratow erprobten Hartweizen die erste Stelle einnahm[3] (nach Orlow liegt die nördliche Anbaugrenze der Hartweizen in den Gouvernements Beßarabien, Cherson, Charkow, Woronesch, Saratow, Samara, Ural, Orenburg, Tobolsk, Tomsk und Jenissej). Auf der Station Jekaterinoslaw züchtete W. W. Talanow zur selben Zeit den Hordeiformeweizen Nr. 10, der sich bei der Sortenprüfung in Westsibirien als der beste Hartweizen gezeigt hat. Ferner befaßte sich die Station Besentschuk mit der Züchtung der Hordeiforme- und Melanopusweizen (K. J. Tschechowitsch), die Station Odessa (Tschernoußka 122 von A. A. Sapegin), die Station Kraßnokutsk usw. Die Station Charkow führte die Verbesserung des „Arnautka von Kotschin"weizens weiter, der in der Wirtschaft von Kotschin durch Massenauslese erhalten worden war. Diese Sorte hat Erfolg im Kreise Kupjansk des Gouvernements Charkow[4].

Unter anderem befaßte sich die Station Minnesota (U. S. A.) mit der Züchtung unseres Arnautkaweizens, welche die Sorte Mindum (hordeiforme Nr. 470) herauszüchtete.

Das Korn der Hartweizen wird durch hohes absolutes Gewicht, durch große Form, durch Glasigkeit des eiweißreichen Kornes, durch dünne Schale und folg-

[1] Sie können mit melanopus, coerulescens und hordeiforme übereinstimmen.

[2] Siehe Wasiljew: Die Pflanzen Asiens und des Kaukasus. Nachr. d. Akad. in Petrowsko-Rasumowskoje 1904. — Shukowsky: Arb. angew. Bot. u. d. Züchtg 1923.

[3] Ebendort gewann G. K. Meister durch Kreuzung von durum und vulgare einen unbegrannten Hartweizen. Diese Form hat den Vorzug, daß sie eine Spreu von besserem Futterwert liefert. Späterhin wurde diese Form auch unter natürlichen Verhältnissen entdeckt (Grebennikow).

[4] Nach den Ergebnissen der ukrainischen Sortenprüfung behaupten die Hartweizen in den Jahren starker Verbreitung der Hessenfliege den Vorrang vor den Weichweizen, da sie von diesem Schädling erheblich weniger befallen werden als die letzteren. Das Verhalten zur Fritfliege ist aber ein umgekehrtes: Die Hartweizen werden von dieser stärker geschädigt als die Weichweizen (Batyrenko).

lich durch größere Mehlausbeute und geringeren Kleieabfall als bei den Weichweizen charakterisiert. Daher entstehen die höheren Preise für das Korn der Hartweizen (10—40 % höher, je nach der Lage und nach den Marktverhältnissen), die zur Grießmehlbereitung und zur Herstellung von Mannagrieß und besonders zur Makkaronibereitung gesucht werden.

Jedoch wird der Anbau dieser wertvollen Weizenarten seit einiger Zeit bei uns immer unrentabler, was man mit dem Verschwinden der „harten" („festen") Feldstücke in Verbindung bringt, mit dem Umpflügen der jungfräulichen und Umlagefeldstücke, denen die typische Steppenflora in Verbindung mit der chemischen Zusammensetzung des Bodens und mit dem Klima dieses Gebietes die charakteristische Struktur verleiht, welche die besten Verhältnisse für den Anbau des Triticum durum schafft.

Diese Kultur blühte auf riesigen Flächen, deren Grenze von Tomsk bis Orenburg im Norden, bis zur Kuban und Nowotscherkask im Süden verläuft. Die westliche Grenze umfaßt einen Teil der Gouvernements Jekaterinoslaw und Charkow. Auf der Breite von Saratow geht die Grenze über die Wolga hinaus. Das Uralgebiet erscheint als Zentrum dieser wertvollen Kultur. Dies ist das Gebiet der Roterdeböden und des kontinentalen Klimas mit sonnigen, heißen Sommern (obgleich der Winter auch sehr kalt ist). Daher stimmt auch die Kultur der Hartweizen mit dem Anbaugebiet der Winterweizen nicht überein.

Obgleich der typische Schwarzerdeboden stickstoffreicher ist als die Roterdeböden, so erhält man gerade auf den letzteren die typischsten Hartweizen[1], worauf W. S. Bogdan bereits im Jahre 1896 hinwies (Bogdan war Leiter der Versuchsstation Waluisk). Er hat bereits die Verbindung des hohen Stickstoffgehaltes mit dem Salzcharakter des Bodens festgestellt. Später widmeten N. M. Tulaikow und seine Mitarbeiter auf der Station Besentschuk dieser Frage eine Reihe von Arbeiten, die zu der Schlußfolgerung führten, daß der osmotische Druck der Bodenlösung an sich ein Faktor ist, der auf die chemische Zusammensetzung und die Eigenschaften des Weizenkornes einwirkt.

Bis heute ist es aber noch nicht geklärt, welcher Komplex von Bedingungen (Licht und Wärme, Bodenstruktur, Salzgehalt im allgemeinen und an salpetersauren Salzen im besonderen usw.) und welche zusammenhängenden Veränderungen innerhalb dieses Komplexes es den Hartweizen ermöglichen, ihre wertvollen Eigenschaften zu behalten, weil die Verbindung mit den (festen) Urböden im Südosten, die als unbedingt erforderlich betrachtet wird, in einigen anderen Fällen nicht beobachtet wird. So ist in Italien der Anbau von Hartweizen bekannt, jedoch nicht auf eben erst umgelegten Böden. So haben wir auch in unseren Zuckerrübenwirtschaften des Gouvernements Charkow Beispiele für einen erfolgreichen Anbau des Hartweizen nach Rüben. Auch die Station Besentschuk erhielt beim Anbau von Hartweizen auf weichen Böden keine ungünstigen Ergebnisse.

Aber unter den gewöhnlichen Wirtschaftsverhältnissen des Südosten wird festgestellt, daß das Korn auf altem Ackerland matt, weißlich und dickschalig wird und daß die Ernte in der Qualität mehr leidet als in der Menge, obgleich andererseits behauptet wird, daß der Gehalt an tauben Blüten bei der Einsaat in weichen Boden infolge der nicht beendeten Entwicklung der Staubfäden

[1] Siehe über dieselbe Frage in der Monographie von A. I. Stebut: Der Sommerweizen. Dort werden folgende charakteristischen Zeilen für den Beloturkaweizen angeführt: „Dieser Weizen ist anspruchsvoller als irgendein anderer an die Besonderheiten des Bodens; am besten bewahrt er seine Eigenschaften und die Qualität des Kornes auf dem Boden von ‚Himbeerfarbe' und überhaupt auf rötlichen Böden. Dies wird dadurch bestätigt, daß in der Umgebung der Stadt Uralsk und in der Nähe der Stadt Nowousensk die besten Beloturkaweizen gedeihen." — 3. Ber. d. Zuchtabt. d. Stat. Saratow, S. 94.

steigt[1]. Daher die Bestrebung, einen „frühreifenden festen Acker" herzustellen, z. B. durch Einsaat von Agropyrum sibiricum (W. S. Bogdan, I. I. Klingen). In der Praxis werden aber Fruchtfolgen angetroffen, wie die „Dreifelderwirtschaft von Nowousensk": 1. Hartweizen, 2. Weichweizen und Einsaat von Winterroggen nach dem „weichen Acker" ohne vorheriges Umpflügen), 3. Winterroggen, wobei behauptet wird, daß gerade auf diese Weise gesäter Roggen eine gute Vorfrucht für Hartweizen ist, weil er den zu sehr pulverisierten Boden „festigt".

Offenbar zwingt die Nähe der Grenze, hinter welcher die Pulverisierung anfängt (in Verbindung mit dem Wasserhaushalt und dem basischen Charakter der bodenbildenden Vorgänge), den Landwirt dazu, im Gebiet der Roterdeböden danach zu streben, den Hartweizen auf frisch umgelegten Böden anzubauen und wegen Mangel an letzteren auf seinen Surrogaten.

Der polnische Weizen (Triticum polonicum mit sehr langem, glasigem Korn und noch längeren Spelzen, die das Korn vollständig umfassen) wird teilweise in Südeuropa, an der Nordküste Afrikas (Tunis, teilweise Ägypten) und in Mittelasien angebaut[2]. Manchmal wird er auch als „sibirischer, langkörniger" oder als „chinesischer Sommerroggen", „assyrischer Weizen" bezeichnet (die Kreise Ust-Kamenogorsk und Saisansk im Altai und der Kreis Pawlodar des Semipalatinskgebietes). Sämtliche Sorten zeichnen sich durch eine lange Vegetationsperiode und durch bedeutenden Wärmebedarf aus. In feuchtem Klima gedeihen sie schlechter, weil die Ähre wegen der starken Entwicklung der Hüllspelzen bei viel Regen Feuchtigkeit aufnimmt und schlecht trocknet. Sie sind nicht besonders ertragreich. Sämtliche Sorten sind *nur Sommersorten*. In Turkestan wird der Weizen *Tjuja-Tschi* gebaut, der ein langes Korn wie der polnische Weizen besitzt, dem Bau seiner Spelzen und seiner Begrannung nach aber nähert er sich dem Hartweizen (sicherlich ist er hybrider Abstammung).

Der englische Weizen (Triticum turgidum) wird in der westeuropäischen Literatur *ausschließlich als Winterweizen* beschrieben, der durch ein großes kleberarmes Korn und eine immer begrannte Ähre gekennzeichnet wird. Es werden Sorten mit *einfacher* Ähre und Sorten mit *luxurierenden* Ähren unterschieden. Die ersteren werden vor allem an den Küsten des Mittelmeeres angebaut (Kleinasien, Griechenland, Nordafrika, Spanien, Italien); die verästelten Weizen, die bei uns unter dem Namen „Wunder-, Mumienweizen", „Blagodat" (= Gnadengeschenk), „Semikoloska" (= Siebenähriger) bekannt sind, werden in Ägypten in der Nilebene angebaut, wo sie nur infolge des prächtigen fruchtbaren Bodens und infolge des warmen Klimas ihre besonderen Merkmale (Luxurieren der Ähre) behalten können. Bei Boden- und Klimaveränderung verlieren sie dieses Merkmal, obgleich die Fähigkeit des Weizens, bei Rückkehr in die alten Verhältnisse seine Merkmale wieder auszubilden, erhalten bleibt.

Bei uns im Süden kann man den Namen „ägyptischer Weizen" antreffen; aber gewöhnlich wird unter diesem Namen eine Sorte von Triticum vulgare oder durum verstanden und nicht die luxurierende Form von Triticum turgidum, von der hier die Rede ist. In Turkestan aber trifft man den richtigen Triticum turgidum an. Ebenso wird im Steppengebiet manchmal der „Kitaikaweizen" und der „fünfköpfige Weizen" angebaut (kirgisisch: „Bess-Bass")[3].

Im südlichen Altai (im Kreise Ust-Kamenogorsk) werden einige Formen dieses Weizens angetroffen, so z. B. der „Weiße Kitaikaweizen" (stellenweise unter dem Namen „Doroguschkia") mit charakteristischen Körnern (diese sind

[1] Siehe Jakuschkin: a. a. O.

[2] Wird in Semiretschye (Turkestan) angetroffen (Flachsberger).

[3] Siehe Landw. Ztg 1913 (Dezember). — Die Aufsätze von Christianowitsch und Larionow.

„bauchig" bis zu $4^1/_2$ mm im Durchmesser, mit tiefer Furche und mehlig), die leicht beim Drusch zerspalten.

Der „Kitaikaweizen" kann als kirgiesische Sorte betrachtet werden; die Kirgiesen schätzen ihn mehr als den „Beloturkaweizen" und andere Sorten. Seine Körner verwenden sie zur Herstellung einer Speise „Kushu" oder rösten sie mit Butter oder Speck. In Dampfmühlen wird der Kitaikaweizen nicht verarbeitet. Deswegen ist er auf dem Markt nicht anzutreffen; er wird nur zum Eigenverbrauch in der Wirtschaft angebaut. Aus seinem unvermischten Mehl wird kein Brot gebacken, weil es zerspringen würde; beim Mahlen wird er dem Beloturkaweizen in einer Menge von 5 Teilen Kitaika auf 20 Teile Beloturka beigemengt. Es wird ein Brot erzielt, das sich durch Weichheit und helle Färbung auszeichnet und nicht so schnell hart wird[1]. In Turkestan werden ebenfalls Sommerformen angetroffen, in Transkaukasien sogar auch Wintersorten von Triticum turgidum.

Die Spelzweizen. Bekanntlich werden 3 Urformen bei den Spelzweizen unterschieden (d. h. von den Triticumarten mit brüchiger Ährenspindel und einem Korn, das sich beim Drusch nicht aus den Ährchen löst), und zwar: 1. „Der eigentliche Spelzweizen" (Triticum spelta mit lockerer Ähre) vorzugsweise im Westen. Nach der Farbe werden weiße, gelbe, rote und schwarze Sorten unterschieden. Je nach dem Vorhandensein oder Fehlen der Grannen unterscheidet man begrannte und unbegrannte Sorten. Weiterhin werden Sommer- und Winterspelzweizen unterschieden. Wie bereits aus den Arbeiten von Batalin hervorgegangen ist, werden in Rußland Spelzweizen (in diesem Sinne des Wortes) fast gar nicht gebaut. Unsere sämtlichen Spelzweizen, die in ziemlich großem Umfange in den östlichen Gouvernements angebaut werden (Ufa, Orenburg, Kasan, Simbirsk usw.), gehören einer anderen Spelzweizenform an. 2. Dem *Emmer* oder dem *Zweikornweizen* (Triticum amyleum oder dicoccum der westlichen Autoren). Manchmal wird dieser Weizen auch als „Halbspelzweizen" bezeichnet (eine gedrungene, an den Seiten etwas zusammengedrückte, immer begrannte Ähre). Am häufigsten werden der weiße und der rote „Emmer" angebaut, vor allem Sommersorten, obgleich auch Winterformen existieren, so z. B. die schwarzährige Art (Var. atratum), die in Syrien, an den Küsten Afrikas und in Südfrankreich vorkommt. Der Emmer wird zu Graupen verarbeitet, in einigen Ländern aber (Spanien, Italien) als Haferersatz an Pferde verfüttert.

In Rußland wird vorzugsweise die weißährige begrannte Art des Zweikorns (Var. *farrum*) angebaut, die sich jedoch von den westeuropäischen Arten und ebenfalls von den persischen und indischen Farrumformen unterscheidet; deshalb wird jetzt vorgeschlagen, sie als *Wolga-Emmer* zu bezeichnen (Triticum dicoccum Var. farrum wolgense). Dieser Weizen besitzt einen hohlen Halm (zum Unterschied vom indischen), einen stumpfen Zahn auf der Hüllspelze (zum Unterschied vom europäischen), eine Vegetationsdauer von 106 Tagen (indischer = 94, westlicher = 120) und hohen Wuchs (87 cm gegen 50 beim indischen und 64 beim westlichen[2].

Der Name „*Wolga-Emmer*" wird dadurch gerechtfertigt, daß das Mittelwolgagebiet die einzige Stelle auf der Erde ist, wo sich die Kultur des Zweikorns noch in nennenswertem Umfange erhalten hat. Gouvernement Kasan = 4% der Saatfläche, Ufa = 2,9%, Simbirsk = 1,3%, Samara = 0,6%, Wjatka = 0,45%, teilweise auch die Gouvernements Nishnij-Nowgorod und Perm; außerdem wird

[1] Christianowitsch: a. a. O.

[2] Siehe den Vortrag von E. A. Stoletowa auf der Versammlung in Saratow 1921 „Polba-Emmer" (Versuch der Erforschung einer aussterbenden Kultur). — Desgleichen: Arb. d. Bur. angew. Bot. 14.

diese Kultur im Kaukasus angetroffen. In einigen Gemeinden des Kreises Simbirsk (Tarai) ist der zweikörnige Emmer das Hauptgetreide. In den Kreisen Tschistopol, Tscheboksary und Ziwilsk spielt er eine bedeutende Rolle. Vor allem wird der Emmer bei den turko-tatarischen Stämmen angebaut (Tataren, Tschuwaschen, Baschkiren) unter dem Namen „Pari", „Pori", „Borlet". In Persien wird eine andere Verbindung mit ethnographischen Merkmalen beobachtet; dieser Emmer wird ausschließlich in den armenischen Gemeinden von Chamadan angetroffen (Vavilow). Die Reste der alten Kultur finden ihren Ausdruck auch in den Eigentümlichkeiten der Feldwirtschaft. Der Emmer spielte früher eine große Rolle; z. B. war das Zweikorn in Ägypten 4000 Jahre v. Chr. eins der Hauptgetreide; später verdrängten die nacktsamigen Weizen den Emmer.

Die Ursache für das Aussterben der Emmerkultur beruht in dem bedeutenden Verlust durch die Spelzen (bei unserem Emmer = 26,5 %) und der zusätzlichen Arbeit beim Entspelzen. Weil die Gesamtkornernte des Emmers und des Weizens in unseren Kulturverhältnissen gleich groß ist, so ist die Ernte an reinem Korn beim Emmer nicht nur niedriger, sondern auch noch teurer als die Ernte des Weizens.

3. Der *„Einkornweizen"* (Triticum monococcum) ist noch weniger verbreitet als die beiden vorhergenannten Formen. Er wird auf wenig fruchtbaren, trockenen Böden in den Gebirgsgegenden Mitteleuropas angebaut, z. B. in den Alpen, in Württemberg.

Bei uns wird diese Pflanzenart stellenweise im Kaukasus angebaut, in der Krim wächst sie wild, sie ist dort verwildert (Larionow). Offenbar ist der Anbau des Einkorns dort erhalten geblieben, wo diejenigen Volksstämme erhalten geblieben sind, die den modernen Europäern vorangegangen sind („Iaphetiden" der Philologen). Es ist bekannt, daß jetzt das Geheimnis der früher geheimnisvollen Erscheinung gelöst ist — das Rätsel einer ganzen Reihe gemeinschaftlicher Wörter in den Sprachen der kaukasischen Gebirgsvölkerstämme, die Übereinstimmung dieser Wörter mit Flußnamen und Gebirgsnamen in Deutschland, vor allem aber die nahe Verwandtschaft mit der Baskensprache (in den Pyrenäen). In den vergessenen stillen Bergtälern sind nicht nur die Reste der ursprünglichen Bevölkerung Europas erhalten geblieben, die von den modernen Volksstämmen verdrängt worden sind, sondern auch Reste der Kultur der damaligen Zeit. Das Einkorn ist eins der Überbleibsel jener Epoche, das bei der Völkerwanderung gemeinschaftlich mit seinen Wirten in die Gebirgsschluchten getrieben wurde und dort zusammen mit den anderen Kulturresten der Iaphetiden bis zu unserer Zeit erhalten worden ist. In dieser Hinsicht ist es interessant, nachzuforschen, ob man im Kaukasus nicht Winterlein finden kann[1], der in den Bergen Württembergs erhalten geblieben ist.

Der Einkornweizen ist sehr widerstandsfähig gegen Brand; diese Eigenschaft besitzen auch die vorhergehenden Formen des Spelzweizen, aber nicht in dem Maße wie das Einkorn. Indessen hängt diese Widerstandsfähigkeit vor allem von mechanischen Ursachen ab — von dem Schutz der Körner durch die Hüllspelzen[2].

14. Der Roggen.

Roggensorten. Obgleich die Roggensorten ziemlich zahlreich sind, gibt es hier keine solchen großen Unterschiede der morphologischen Merkmale wie beim Weizen. Dieses Fehlen bedeutender Unterschiede wurde früher durch die ausgleichende Wirkung der Fremdbestäubung erklärt. Aber diese Annahme kann wohl kaum als Erklärung dienen, weil in anderen Fällen gerade die Fremdbestäubung als Erklärung für die Mannigfaltigkeit der Formen herangezogen wird, die wir z. B. beim Mais beobachten.

[1] Jetzt sind solche Formen wirklich in Transkaukasien festgestellt worden (siehe weiter unten im Kapitel über Lein).

[2] Vavilow: a. a. O.

Beim Roggen gibt es Winter- und Sommersorten.

Der Winterroggen wird gewöhnlich wegen seiner höheren und sicheren Erträge und wegen seines größeren Kornes bevorzugt. Er nutzt die Winterfeuchtigkeit besser aus und reift früher; deswegen entgeht er der Dürre besser.

Der Sommerroggen ist, allgemein gesagt, weniger ertragreich. Aber dort, wo der Anbau von Winterroggen wegen rauher und schneearmer Winter oder Herbstdürren unmöglich ist, ersetzt der Sommerroggen die Winterform.

So wird z. B. in Ostsibirien Sommerroggen angebaut, in Transbaikalien herrscht er vor. Der ostsibirische Sommerroggen wird dadurch gekennzeichnet, daß er ein großes Korn von grünblauer Färbung ausbildet zum Unterschied von dem gelbgrauen Korn des bodenständigen Winterroggens (Pisarew). Wasiljew beschreibt den Sommerroggen der Insel Sachalin als Sorte mit sehr hellem Korn, das in seiner Farbe an Weizen erinnert.

Im Gouvernement Astrachan ist die Trockenheit im Herbst auf den dortigen Sandböden die Ursache für den Anbau von Sommerroggen. Häufiger wird er aber zum zweitenmal gesät, falls die Winterung vernichtet wird. Der dortige bodenständige Sommerroggen unterscheidet sich vom westeuropäischen durch eine kurze Ähre, durch eine starke Wachsschicht, unbedecktes Korn und durch lange auseinandergespreizte Grannen. Das Korn ist nicht groß, die grüne Farbe ist vorherrschend (Vavilow). In Westeuropa gibt es mehrere Sommerroggensorten (Hasselberger, sächsischer, Petkuser).

Vom Winterroggen ist eine größere Sortenzahl bekannt; außer den bodenständigen Roggen werden bei uns oft Sorten angetroffen, die von Deutschland eingedrungen sind, so der *Probsteier Roggen* (aus der Probstei in Deutschland). Dieser Roggen ist eine alte Kultursorte, die stark verbreitet war, aber Konkurrenten in den später erschienenen Sorten fand, die zum Teil auch von ihm abstammen. So züchtete Rimpau aus dem Probsteier Roggen seinen *Schlanstedter Roggen* mit starkem Stroh und großer Ähre. Bei uns in der Ukraine wird der Schlanstedter Roggen wegen seiner Ertragsbeständigkeit und Korngröße hoch geschätzt; für den Südosten ist er aber weniger geeignet.

Auch der *Sagnitzer Roggen* (Livland) stammte vom Probsteier Roggen. Wahrscheinlich stammt auch der *Weschkinoroggen* (Gouvernement Moskau) vom Probsteier ab (Akklimatisation).

Wenn man von einer Akklimatisation des Roggens spricht, so kann hier außer der Auslese widerstandsfähigerer Formen aus einer komplizierten Mischung unter natürlichen Verhältnissen auch noch die Wirkung der Fremdbestäubung durch lokale Roggensorten eine Rolle spielen.

Der *Petkuser Roggen*, der von v. Lochow (in der Nähe Berlins) aus dem Pirnaer Roggen gezüchtet worden ist, zeichnet sich durch eine quadratische, gedrungene, gleichmäßige Ähre aus. Infolge seiner Abstammung wird er als für Sandböden geeignet angesehen. Bei 10jähriger Prüfung der Roggensorten durch die Station Charkow stellte sich heraus, daß die Kultursorten westlicher Herkunft, vor allem der Petkuser und Schlanstedter, höhere Erträge brachten als der einheimische Roggen auf gedüngten Böden und in günstigen Jahren. Aber bei einem Anbau ohne Düngung und in trockenen Jahren war der lokale Roggen beständiger.

Ferner sind im Westen der *Alpenroggen* und der *Champagnerroggen* als sehr ertragreiche Sorten bekannt. H. Werner beschreibt den Alpenroggen als eine dem rauhen Gebirgsklima vorzüglich angepaßte Sorte, die widerstandsfähig gegen Kälte und Rost und frühreif ist (nach Wasiljew reift sie in Uman 8 Tage früher als der bodenständige Roggen) und infolge der stark entwickelten Spelzen nicht zum Ausfallen neigt. Der Champagnerroggen steht ihm in mancher Hinsicht nach: Er reift später, verträgt den Winter schlechter, neigt zum Lagern und

wird leicht von Rost befallen. P. A. KOSTYTSCHEW nahm an, daß bei uns unter dem Namen Champagnerroggen der *Campine*roggen aus Belgien gemeint sein kann (Verwechslung von Champagne und Campine). Dieser Roggen ist kältefester, frühreifer und nicht so anspruchsvoll an den Boden und hat ein dünnschaliges, mehliges Korn. Aber man kann annehmen, daß hier der Inhalt nicht immer der Bezeichnung entspricht und der Name Champagnerroggen wurde (wie auch viele andere) zu einem vielsinnigen Ausdruck. So wird nach F. SCHINDLER in Deutschland seit mehr als einem halben Jahrhundert der *„Champagnerroggen"* gebaut, der gut Dürre und Kälte verträgt und ziemlich früh reift. Alles dieses stimmt mit der Charakteristik des Roggens aus der Champagneebene in Frankreich nicht überein.

Den Sorten des gewöhnlichen Winterroggens wird manchmal eine besondere Gruppe der *Staudenroggen* gegenübergestellt.

Die Staudenroggen sind gewöhnlich Sorten nördlicher Herkunft und werden vorzugsweise im Norden angebaut (in Finnland, Schweden). Sie zeigen ihre Eigenschaften in vollem Maße, wenn sie günstige Bedingungen zur Bestockung vorfinden: fruchtbaren und feuchten Boden, feuchten Herbst, gute Düngung und entsprechende Kulturmaßnahmen (z. B. frühe und weite Saat). Ein Nachteil dieser Staudenroggen ist, daß sie leicht ausfallen. Von den *Staudenroggen* ist der *Johannisroggen* zu erwähnen, der gut überwintert und gewöhnlich dann empfohlen wird, wenn man den Winterroggen zuerst als Grünfutter nutzen will und danach erst zur Körnergewinnung, wobei eine frühe Aussaat (etwa am Johannistag) Voraussetzung ist.

In Finnland wird der Johannisroggen manchmal zusammen mit Sommerwicken gesät, um den Roggen mit den Wicken am Ende des ersten Sommers abzumähen und das Korn des Roggens im zweiten Jahre zu ernten. Diese Methode ist dann interessant, wenn ein trockenes Frühjahr eine Mißernte der Futterpflanzen hervorruft, die späteren Regenmengen aber das Feld derart anfeuchten, daß man eine Grünfutterernte vom Roggen ohne besonderen Nachteil für die Winterung nehmen kann (das Abmähen darf nicht zu spät erfolgen). Es sei bemerkt, daß seine Anlage sich zu bestocken, im trockenen Klima nicht genügend erhalten bleibt; überhaupt sind die Vorteile des Johannisroggens noch nicht genügend erforscht. BLOMEYER äußert sich sogar folgendermaßen: „Man hat gar keinen Grund, diesen stark ausgearteten Roggen mit kleingewordenem Korn bei den hohen Unkosten einzuführen, weil man jede Roggenvarietät wie den Johannisroggen anbauen kann."

Die Verbesserung unserer lokalen Roggensorten wurde anfangs nur mit Hilfe der Massenauslese gefördert. Daher rühren die Roggensorten: „Poltawka", „Wjatka", die zuerst das Ergebnis mehrjähriger sorgfältiger Sortierung des bodenständigen Roggens auf den Versuchsstationen waren. Eine gleichartige Auslese wurde in einigen Wirtschaften durchgeführt (z. B. bei A. I. STEBUT).

Über die Herkunft einiger Sorten, die zweifellos wirtschaftliche Bedeutung besitzen, sind keine bestimmten Angaben erhalten geblieben. So z. B. über den JELISEJEW-Roggen, der auf der Station Besentschuk höhere Erträge als der Petkuser Roggen brachte und sich als dürre-, kälte- und lagerfest zeigte. Es wird behauptet, daß dieser Roggen in das Wolgagebiet aus der Ukraine eingeführt wurde.

Mit der Errichtung der Zuchtstationen begann eine mehr methodische Arbeit in der Erforschung der bei uns vorkommenden Roggensorten.

So wird die Untersuchung der Roggensorten von der Station Saratow fortgeführt, wo 4 Haupttypen festgestellt wurden:

1. Der *russische* oder bodenständige *Roggen*, der eine schmale Ähre mit Scharten, feines Korn und dünnes zartes Stroh von gelblicher Farbe besitzt. In feuchten Jahren lagert er leicht.

2. Der Typus des *Schlanstedter Roggens* mit einer großen langen Ähre, die oft hängt, mit geschlossenen Spelzen; das Stroh ist grob.

3. Der Typus des *Petkuser Roggens* mit kürzerer und gedrungenerer Ähre als beim Schlanstedter Roggen; die Ähre ist im Querschnitt quadratisch. Die Insertion der Kornreihen ist sehr regelmäßig, das Stroh grob.

4. Der Typus des *„Prof.-Heinrich"-Roggens* mit einer Ähre, die sich nach oben zuspitzt und an den Seiten zusammengedrückt ist (lyraförmig). Das Stroh ist ebenfalls grob[1].

Auf der Zuchtstation der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje wird ebenfalls mit Roggen gearbeitet, wobei aus dem bodenständigen Roggen 4 Formen ausgelesen wurden, die sich in der Kornfarbe unterscheiden, und zwar: 1. gelbes Korn, 2. grünes Korn, 3. rotviolettes Korn, 4. braunes Korn. Diese Formen sind bis zur völligen Konstanz durchgezüchtet worden; sie werden vermehrt und vergleichend geprüft[2]. Außerdem wird auch von anderen Versuchsstationen gezüchtet (Schatilowo, Besentschuk, Engelhardtowo, Charkow usw.).

Während bis jetzt die Roggensorten zu uns vom Westen kamen, besitzt nach den Beobachtungen von N. I. Vavilow in Saratow der persische Roggen für den Südosten Interesse wegen seiner Fähigkeit, der Dürre und der Beschädigung durch heißen trockenen Wind zu widerstehen.

Zum Schluß sei bemerkt, daß der Winterroggen, abgesehen von dem Anbau zur Körnergewinnung, auch noch gewisse Bedeutung als Futterpflanze besitzt, *die im Frühjahr die früheste Grünfutterernte liefert* und das Feld zur Einsaat einer späten Sommerung[3] oder Brache, die früher umgepflügt wird als bei der Einsaat von Wickhafer, rechtzeitig räumt. Oft werden in den Roggen in einem solchen Falle Winterwicken (Vicia villosa) eingesät, in Südeuropa dagegen Inkarnatklee. In der Nähe der Städte kann die Verfütterung des Roggens als Grünfutter im Frühjahr an Milchvieh eine größere Rente abwerfen als der Anbau des Roggens zur Körnergewinnung, ganz abgesehen von der Möglichkeit, auf demselben Felde im gleichen Jahre noch eine Ernte von irgendeiner anderen späten Sommerung zu gewinnen.

15. Die Gerste.

Die Gerste, die im europäischen Rußland unter dem Getreide der Anbaufläche nach die vierte Stelle einnimmt (die zweite der Ausfuhr nach), wird nicht so stark in den Zentralgouvernements wie in den nördlichen, westlichen und südlichen[4] angebaut, wobei ihr Korn im Norden vor allem zur Ernährung, im Süden zu Futterzwecken und im Westen zu Brauzwecken verwendet wird. Wie wir oben gesehen haben, unterscheidet sich die Gerste von den übrigen ährentragenden Getreidearten durch das Vorkommen paralleler Reihen an der Ähre, wobei es zwischen den extremen Formen (sechs- und zweizeilig) Übergangsformen gibt, wie das folgende Schema zeigt:

Hordeum vulgare Hordeum polystichum	1. sechszeilige normale — hexastichum 2. die Seitenreihen sind einander genähert (vierzeilig) — tetrastichum 3. die Seitenreihen sind nicht begrannt — intermedium
Hordeum distichum	4. Seitenreihen ohne Fruchtknoten (zweizeilig, normal) 5. Seitenreihen fehlen — distichum deficiens.

[1] Siehe: Landw. Z. d. Südostens **1913**, Nr 24.

[2] S. Schegalow: Unterlagen zur Roggenzüchtung. Nr 2 (1914).

[3] Buchweizen, Turnips, Steckrüben durch Verpflanzen, Kartoffeln und Mais zu Grünfutter usw.

[4] Siehe die Beschreibung der besonderen Ansprüche der Gerste in den verschiedenen Gebieten Rußlands im Buche von Sofronow: Die in Rußland angebauten Gerstensorten. Warschau 1901. — Ebenfalls Nachr. d. Nowo Alexandria-Inst. **14**. — Über die Varietäten siehe im Aufsatz von R. E. Regel: Arb. d. Bur. angew. Bot. 1916.

Die weitere Einteilung in Varietäten gründet sich auf den Bau der Ähre (gedrängt oder locker), auf ihre Farbe (schwarz oder hellgelb), begrannt oder unbegrannt (Formen wie trifurcatum), nach dem nackten oder bespelzten Korn[1].

Die sechszeilige Gerste (Hordeum hexastichum) wird wenig angebaut (Süddeutschland, einige andere südlichere Gegenden, im Norden wieder Schweden) und besitzt geringe Bedeutung. Sie wird manchmal in der Ukraine, im Turkestan und Transkaukasien angebaut, aber weniger als die zwei- und vierzeiligen Gersten. Unter den europäischen Formen der sechszeiligen Gerste kennt man keine schwarzen und nackten Varietäten; aber in Abessinien trifft man sowohl die einen als auch die anderen an.

Von der *vierzeiligen* oder *gewöhnlichen* Gerste (Hordeum tetrastichum oder vulgare), die sich von der sechszeiligen dadurch unterscheidet, daß sich die Seitenreihen einander nähern, um so eine Reihe zu bilden (auch die Form der Ähre ist eine andere, im Querschnitt ist sie nicht sechs- sondern viereckig, etwas zusammengedrückt), gibt es mehr Sorten. Sie unterscheiden sich durch die Farbe (weiß oder schwarz), durch das Vorkommen oder Fehlen der Spelzen am gedroschenen Korn (bespelzte und nackte) und durch die Ausbildung der Grannen; bei der Kapuzengerste (Hordeum trifurcatum) sind die Grannen durch besondere Bildungen, durch eine Art Hörnchen, ersetzt; deswegen wird diese Sorte oft als unbegrannt bezeichnet. Es sind vor allem Sommersorten verbreitet; Wintersorten besitzen für Rußland keine Bedeutung, weil sie gegen Kälte zu empfindlich sind; sie können nur in der Krim, in Transkaukasien, Beßarabien und Turkestan angebaut werden. Von den bespelzten besitzt die *gewöhnliche vierzeilige* Gerste die größte Bedeutung; sie hat eine kurze Vegetationsperiode und ein ziemlich kleines Korn (daher ihr deutscher Name — kleine Gerste). Sie wird infolge ihrer Frühreife gern in Nordeuropa angebaut und ist bei uns stark verbreitet. Am häufigsten trifft man Formen mit strohgelben Ähren an (Var. *pallidum*) und seltener mit schwarzen Ähren (Var. *nigrum*).

Von den nackten Sorten sei hier die *Himmels-* oder *Himalaja*gerste erwähnt; sie wird im Himalajagebirge angebaut, wo ihre Kultur nach Werner bis zu 4700 m ü. d. M. ansteigt. Diese Sorte, die sich von den nackten zweizeiligen Gersten durch ein kleineres Korn unterscheidet, hat eine kurze Vegetationsperiode und ist zum Unterschied von allen anderen vierzeiligen Sorten wenig empfindlich gegen Frühjahrsfröste, weswegen sie auch in den rauhen Gebirgsgegenden angebaut werden kann. Sie wird in China, Sibirien, Turkestan und im östlichen Transkaukasien ebenfalls angetroffen. Die erwähnte *Kapuzengerste* gehört ebenfalls zu den nackten Sorten, sie wird aber viel weniger angebaut[2], weil sie ein Korn von geringerer Qualität liefert, obgleich sie sich auch durch die günstige Eigenschaft auszeichnet, infolge des Fehlens der Grannen ein Stroh zu liefern, das zu Futterzwecken geeigneter ist als das Stroh aller übrigen Gerstensorten. Jedoch gibt es abweichende Formen unter den verschiedenen Gersten, die *glatte* Grannen besitzen. Man kann erwarten, daß diese Formen einen gewissen Vorteil haben werden, weil sie für das Vieh bekömmlicheres Stroh liefern[3].

Die zweizeilige Gerste (Hordeum distichum), bei welcher die Seitenreihen atrophiert sind, unterscheidet sich von den vorherbeschriebenen durch größeres Korn und eine längere Vegetationsperiode. Hierher gehören nur Sommersorten. Es werden *bespelzte* und *nackte* Sorten unterschieden. Unter den ersten sind am bekanntesten: Die Chevallier-, Probsteier- und Kentgerste und viele Sorten, die durch die weitere Verbesserung der genannten Ausgangssorten erhalten wurden.

[1] Genaueres in Flachsberger: Bestimmungstabelle der Getreide. 1923.
[2] Beide Gerstenformen werden hauptsächlich zu Graupen verarbeitet.
[3] Vgl. Regel: Die Gersten mit glatten Grannen. 1908.

Nach Lubansky haben sich für Podolien als beste Braugerstensorten folgende herausgestellt: „Hanna", „Goldene Melone", „Printice" und „Privisljansky" (= Weichselgerste[1]). Die Sorte Hanna und die ihr verwandte mährische und slowakische Gerste werden als frühreife und gegen Dürre widerstandsfähigere Sorten als Chevallier, Kent und andere hochkultivierte Sorten Westeuropas bezeichnet.

Von den nackten zweizeiligen sei die sog. *Kaffeegerste* erwähnt; sie wird auch Himalaja-, Himmelsgerste usw. genannt, wie die obenerwähnte nackte vierzeilige. Die Kaffeegerste hat ihren Namen durch die Verwendung ihrer Körner als Kaffeesurrogat erhalten. Zu den zweizeiligen Sorten gehört auch die Fächer- oder Pfauengerste (Hordeum zeocrithum), die durch nach allen Seiten gespreizte Grannen und durch eine sich nach oben zuspitzende Ähre gekennzeichnet ist. Sie ist nicht besonders ertragreich, wird aber als dürre-widerstandsfähig angesehen. Bei einigen Sorten fallen die Grannen bei der Reife ab.

Manche wollen die Gerstensorten in Gruppen einteilen, deren Zugehörigkeit man am Korn erkennen könnte (Warenmuster). Ein solcher Versuch ist z. B. der von Atterberg[2]. Unter den zweizeiligen Gersten werden 2 Gruppen unterschieden: 1. Hordeum distichum nutans, in Rußland am meisten verbreitet, mit Sorten, die durch lange etwas herabhängende lockere Ähren und an der Kornbasis glatte Körner (mit schräger Ansatzfläche, d. H.) charakterisiert werden (z. B. Chevallier) und 2. Hordeum distichum erectum, deren Sorten sich durch eine aufrecht stehende, gedrungenere Ähre und durch ein Korn, das an der Basis eine tiefe Querfurche besitzt, auszeichnen (z. B. Imperial). Jede dieser Gruppen wird in 2 Untergruppen eingeteilt, wobei die Untergruppen der ersten Gruppe sich dadurch unterscheiden, daß bei der einen das Korn eine feinbehaarte Basalborste besitzt (der Rest einer vormals existierenden Blüte), bei der anderen dagegen eine langbehaarte Basalborste. Die Untergruppen der zweiten Gruppe aber unterscheiden sich durch die Ährenform; in der einen Gruppe ist die Ähre zylinderförmig, in der anderen pyramidenförmig (Hordeum zeocrithum).

Die zweizeilige Gerste wird für *Brauzwecke* als am besten geeignet angesehen, weil ihr Korn, das sich durch Größe und Dünnschaligkeit auszeichnet, schnell keimt und wenig Eiweiß und viel Stärke enthält; offenbar erlaubt die Verringerung der Körnerzahl in der Ähre den übrigbleibenden, sich besser zu entwickeln; daher die besondere Eignung gerade der zweizeiligen Gerste für Brauzwecke. Die Zusammensetzung des Kornes ändert sich übrigens mit dem Klima und Boden. Die Gerste der westlichen Gouvernements Rußlands enthält 10—11 % Eiweiß, diejenige der Gouvernements Samara und Saratow bis zu 17,5 %.

Wie die Zusammensetzung auch noch von besonderen Eigenschaften des betreffenden Jahres abhängt, zeigt folgendes Beispiel: Die Saratower Gerstenernte des Jahres 1888 enthielt 10,2 % Protein und war zur Bierbrauerei geeignet. Das Korn des Jahres 1889 enthielt 12,9 % Protein und wenig Stärke, weswegen es auch weniger vorteilhaft war. Im Jahre 1894 stieg der Proteingehalt bis 13,2 %, 1895 bis 16,2 % und die Gerste verlor jede Bedeutung für Brauzwecke[3].

Infolgedessen wurde in den westlichen Gouvernements, die nach den Klima- und Bodenverhältnissen zur Gewinnung von Braugerste besonders günstig sind, vor dem Kriege eine starke Verbreitung gerade des Anbaues zweizeiliger Gersten beobachtet, welche die Ansprüche, die an Braugerste gestellt werden, befriedigte. Eine solche Gerste darf nicht mehr als 10 % Eiweiß enthalten. Nach Maercker wird von der besten Gerste ein Eiweißgehalt von 7—8 % verlangt; die Analysen stellen jedoch fest, daß auf den besten Brauereien die Mehrzahl der verarbeiteten

[1] Lubansky: Die Kultur der Gerste. 1898.

[2] Landw. Versuchsstat. 1891. — J. Landw. 1899. — Siehe ebenfalls Quante: Die Gerste. 1913.

[3] Nikitinsky: Neues aus der landw. Technik. S. 118.

Gersten 9—12 % Eiweiß enthält. Das Korn muß groß, schwer und gleichförmig sein (das 1000-Korngewicht guter Gerste muß z. B. 40—45 g betragen). Es wird empfohlen, mehrere Lieferungen sogar derselben Gerste nicht miteinander zu vermischen, weil die Keimung ungleichmäßig sein kann. Das Korn muß weiterhin möglichst feinspelzig sein (bei den verschiedenen Sorten bilden die Spelzen 8—15 % des Korngewichtes), weil davon die Schnelligkeit der Keimung abhängt. Das Korn muß gleichmäßig hellgelb sein, weil die dunkle Farbe entweder von zu dicken Spelzen oder von einer ungünstigen Ernte bei feuchtem Wetter oder schließlich von einer unerwünschten Zusammensetzung des Korninhaltes herrührt. Dieser muß weiß, weich und stärkereich sein. Zur Untersuchung des Korninhaltes hat man spezielle Apparate (Farinotome) gebaut, mit deren Hilfe Querschnitte gleichzeitig durch mehrere Körner gemacht werden; übrigens ist die Mehligkeit nicht immer ein konstantes Merkmal des Kornes, wie früher angenommen wurde; gerade das naß gewordene und daraufhin wieder getrocknete Korn wird mehliger. Schließlich darf das Korn keinen irgendwie unangenehmen, z. B. muffigen Geruch aufweisen, der auf verdorbenen Zustand hindeutet. Hinsichtlich der Keimenergie werden an die Braugerste ebenfalls erhöhte Anforderungen gestellt (90 % am zweiten und 95 % am dritten Tag). Um keine glasigen Körner beim Anbau der Braugerste zu erhalten, vermeidet man zu starke Stickstoffgaben, zu späte Einsaat usw.

In letzter Zeit wurden Ergebnisse erzielt, die zur Hoffnung berechtigen, daß nicht nur im Westen sondern auch in Transkaukasien und im Turkestan eine gute Braugerste gewonnen werden kann; und zwar liefert die Berieselungskultur ein stärkereiches Korn mit sehr geringem Eiweißgehalt; außerdem erhält man bei dem Anbau sogar der vierzeiligen, aber der *Wintergerstenform*, der bei milden Wintern möglich und in Transkaukasien und Turkestan üblich ist, einen niedrigeren Eiweiß und guten Stärkegehalt bei größeren Körnern, sogar wenn diese Kultur ohne Berieselung betrieben wird; die Winterformen liefern überhaupt größere Körner als die Sommerformen[1].

16. Der Hafer.

Wie bereits früher erwähnt, unterscheidet man beim *Kulturhafer* vor allem Formen mit gespreizten Rispen (*Avena patula* oder Avena diffusa) und die Formen des sog. Fahnenhafers (*Avena orientalis*).

Von den Avena-diffusa-Arten, die bei uns verbreiteter sind als diejenigen von Avena orientalis, kommen am häufigsten noch folgende vier vor:

1.	Spelzen weiß,	Ährchen	unbegrannt	v. mutica
2.	„	„	„ begrannt	v. aristata
3.	„ gelb,		„ unbegrannt	v. aurea
4.	„	„	„ begrannt	v. Krausei

Die Arten mit grauen Spelzen (*v. grisea, cinerea*) oder mit braunen Spelzen (*v. brunnea, montana*) sind weniger verbreitet.

Außerdem unterscheidet man folgende Rispentypen:

a) Rispen mit steil nach oben stehenden Seitenzweigen (*Steifrispe*); b) Rispen mit etwas gehobenen Seitenzweigen (*Sperrispe*); c) Rispen mit wagerechten Seitenzweigen (*Buschrispe*); d) Rispen mit hängenden Seitenzweigen (*Schlaffrispe*).

Ferner ist die Kornzahl je Ährchen und die Form der Körner bei den einzelnen Rassen verschieden. Schon ATTERBERG schlug vor, den Hafer nach der Kornzahl im Ährchen zu klassifizieren und machte auf die Möglichkeit aufmerksam, an

[1] Siehe REGEL: Das Protein im Korn der russischen Gerste. Arb. d. Bur. angew. Bot. 1909. — RENARD: Über die Kultur der Braugerste im Westgebiet. 1926. — Siehe auch BORISSENKO: Zuchtsorten. 1928.

einem Warenmuster feststellen zu können, mit welcher Haferart man es gerade zu tun hat. Dies ist auf Grund der Kornform möglich, die sich je nach der Anzahl der Körner im Ährchen folgendermaßen ändert: das Korn eines einkörnigen Ährchens ist an allen Seiten gleichmäßig gewölbt; im zweikörnigen Ährchen hat das kleinere Innenkorn die soeben beschriebene Form, das Außenkorn aber ist größer, viel länger und an der Innenseite flach; die Granne sitzt am Außenkorn und nicht am Innenkorn; bricht die Granne beim Drusch ab, so ist ihre Ansatzstelle dennoch sichtbar. Ferner kann man auf der Innenseite des Außenkornes an seiner Ansatzstelle den Rest des Stielchens erkennen, an dem das zweite Korn saß; hat das zweite Korn auch eine ähnliche Form, so ist sie dennoch anders. Im dreikörnigen Ährchen endlich ist das innere, kleinste Korn ebenfalls an allen Seiten gewölbt, während das Zwischen- und Außenkorn, von denen das Außenkorn am größten ist, länglich und nur an der Außenseite gewölbt sind[1].

Die Unterschiede in den Kornformen je nach der Sorte werden z. B. für das Wolgagebiet in drei Typen eingeteilt: a) das Korn des *bodenständigen Hafers* ist schmal, lang, spitzt sich nach oben hin allmählich zu, ist äußerlich schmächtig, an der Bauchseite flach, hat eine recht breite Furche; b) das Korn des *schwedischen Hafers* ist breit, größer und nicht so lang; der obere Teil des Korns ist an einer Seite gebogen; aus der Biegungsstelle entspringt die lange Granne, die an der Ansatzstelle schwarz ist; c) das Korn des *Schatilowhafer* ist etwas breiter als das des bodenständigen, ist nicht so lang und an der Bauchseite etwas gewölbt; die Furche ist sehr schmal in Form einer Naht, weil das Korn stark von der Deckspelze umfaßt wird[2].

Zur Gruppe der *unbegrannten Weißhafersorten* gehört der bei uns sehr bekannte *Schatilowhafer*, der in der Wirtschaft Mochowoje von *Schatilow* im Gouvernement Tula scheinbar aus einem französischen Hafer gezüchtet worden ist. Er zeichnet sich durch geringen Spelzengehalt und durch bedeutenden Ertrag nicht groben Strohes aus. Während des Krieges ist der Schatilowhafer fast verlorengegangen, aber aus der geringen übriggebliebenen Saatgutmenge sind auf der Versuchsstation Schatilowo durch Individualauslese Zuchtsorten entstanden, bei denen die wertvollen Eigenschaften noch deutlicher ausgeprägt sind als beim ursprünglichen Schatilowhafer.

Außerdem sind die Weißhafer durch einige Zuchtsorten der Versuchsstationen Moskau, Mironowo, Nemertschansk, Werchnjatschka u. a. m. vertreten.

Im Westen kommen die Weißhafer ebenfalls häufig vor. Ein solcher ist der bekannte *Probsteier Hafer*; von ihm stammen der Beseler Hafer in Deutschland, die weißen flämischen Hafer in Belgien und Nordfrankreich, „Potato"hafer in England usw. ab.

Als Beispiel der *begrannten Weißhafersorten* kann der schwedische Siegeshafer dienen, der in Svalöf gezüchtet wurde. Er zeichnet sich durch ein großes Korn aus, aber sein Spelzengehalt ist größer als beim Schatilowhafer, die Strohmenge geringer. Hierher gehören auch die Sorten: Dippes Überwinder, Ligowo u. a. m.

Zu den *unbegrannten Gelbhafern* gehört von den Svalöfer Sorten der „Goldregen", der frühreifer als der Siegeshafer und daher für den Markt von größerem Interesse ist.

Außerdem gehört zu dieser Gruppe eine Reihe von Sorten deutscher Herkunft, wie *v. Lochows* Gelbhafer (in Deutschland sehr verbreitet), *Pflugs, Leutewitzer, Strubes* Gelbhafer. Die ersten drei waren bei der Sorten-

[1] Siehe Atterberg: Landw. Versuchsstat. **1891**. — Ferner Dufour et Dassonville: Carachères propres etc. Rev. gén. Bot. **1903**. — Denaiffé et Sirodot: L'Avoine. Paris 1901. — Zade: Der Hafer. 1918. — Flachsberger: Die Bestimmung der Getreidearten. 1923.

[2] Siehe Abbildungen in Meister und Platschek: Kurze Bestimmungsanleitung der verbreiteten Sorten an der unteren Wolga. Saratow 1926.

prüfung in der Ukraine in den Jahren 1923—1926 erfolgreich[1]. Hierher gehören auch die Sorten: Werchnjatschkagelbhafer, Nemertschansker Rychlik, Nemertschansker allerfrühester u. a. m.

Zu den *begrannten Gelbhafersorten* gehören einige Sorten der Station Mironowo und ferner der auf der westsibirischen Station von *Skalosubow* gezüchtete Avena Krausei Nr. 11.

In den letzten Jahren stellte eine Reihe vergleichender Ertragsversuche mit Hafersorten auch für diese Pflanze, die im Vergleich mit dem Weizen den Ruf eines „Kosmopoliten" hat, dennoch eine größere Einwirkung der örtlichen Verhältnisse auf die Ergebnisse der Sortenprüfung fest als früher angenommen wurde. Ohne sich in Einzelheiten einzulassen, sei hier bemerkt, daß in den nördlichsten Gouvernements die frühreifsten Sorten erfolgreich sind, wie „Sewerjaninhafer" („Nordländer") (Station Wjatka) und „Ranny"hafer („früher") von Pissarew; ferner gehören hierher „Goldregen" und „Siegeshafer". Im zentralen Industriegebiet sind erfolgreich die Sorten von Rudsinsky und Shegalow (Zuchtstation in Petrowsko-Rasumowskoje); im nördlichen Schwarzerdegebiet herrscht der Schatilowhafer vor. Indessen siegen in der Ukraine immer mehr die örtlichen Zuchtsorten und ebenfalls die deutschen Sorten von v. Lochow, Pflug und Steiger-Leutewitz. Im trockenen Südosten herrschen wieder die frühreiferen Sorten — „Rychlik" und „Goldregen"hafer vor. Letzterer dringt auch recht weit nach Sibirien ein, aber in Ostsibirien wird er wieder von Pissarews „Frühhafer" (Station Tulun) verdrängt[2].

Die *Schwarzhafer* besitzen geringere Bedeutung als die Weißhafer, obgleich es auch unter ihnen einige im Westen recht verbreitete Sorten gibt, wie z. B. der *Etampes Frühhafer*, der in Frankreich als für trockene Kalkböden geeignet angesehen wird. Zu den frühreifen Sorten gehört auch der Schwarzhafer de Mesdag. Die dritte Schwarzhafersorte „Brie" ist wasseranspruchsvoller und spätreifer.

Die *einseitswendigen oder Fahnenhafersorten* unterscheiden sich vom Rispenhafer durch geringere Kälteempfindlichkeit, dafür aber durch eine etwas längere Vegetationsperiode; deswegen sind sie auch weniger verbreitet. Man unterscheidet weiße Sorten, wie z. B. den *weißen ungarischen*, und dunkle, wie den *schwarzen tartarischen* und den *braunen ungarischen* (Fahnen)hafer. Die Mehrzahl der Sorten ist begrannt.

Die *Nackthafer* (es gibt nur wenige) sind sowohl Rispen- als auch Fahnenhafer: Hierher gehört der *chinesische* oder *Nackt*hafer (Avena nuda chinensis) — eine begrannte Sorte, und der *Nackt*hafer (Avena nuda inermis) — eine unbegrannte Sorte.

Es gibt auch *Winterhafersorten*; aber sie vertragen unsere Winter nicht. Sie kommen in England und in Südeuropa vor.

Außer den Hafersorten des mittleren und nördlichen Europa, die vorzugsweise zu Avena sativa gehören, ist an der Mittelmeerküste noch eine andere Form verbreitet — *Avena byzantina* (oder Avena sterilis byzantina, auch Avena algeriensis). Diese Form verträgt Trockenheit und Salzgehalt des Bodens besser; sie ist weniger rostempfindlich und zeichnet sich durch Großkörnigkeit aus. Die Abstammung dieses Hafers zu derjenigen der anderen Sorten ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

Wildformen (Agrestes, Fragiles)	A. sterilis	A. fatua	A. barbata	A. Wiestii
Kulturformen („Sativae" im weiteren Sinne)	A. byzantina	A. sativa einschließlich orientalis A. nuda inermis	A. strigosa A. nuda biaristata	A. abyssinica

[1] Solakow: Hafersorten. Kijew 1927.
[2] Siehe Borissenko: Zuchtsorten. 1928.

Auf die evtl. Bedeutung der afrikanischen Hafersorten für unseren Südosten hat S. I. Shegalow im Jahre 1920 hingewiesen.

Siehe Bericht von S. I. Shegalow auf der Versammlung in Saratow im Jahre 1920: Eine für Rußland neue Haferform. — Thellung: Über die Abstammung der Saathaferarten. Zürich 1911. — Vavilow: Die Immunität der Pflanzen gegen Infektionskrankheiten (1918), hebt die Widerstandsfähigkeit von Avena byzantina gegen Brand und Rost hervor (P. coronata). Morphologisch zeichnet sich Avena byzantina durch folgende Merkmale aus: 1. dünne und gerade Grannen sind bei jeder Blüte im Ährchen vorhanden; 2. eine breitere und schräg gestellte Ansatzstelle der untersten Blüte; 3. mehr oder weniger zahlreiche lange (3—5 mm) Härchen an der Ansatzstelle der untersten Blüte; 4. eine glatte glänzende Oberfläche der Blütenspelzen; 5. Fehlen einer bestimmten Gesetzmäßigkeit, die bei Avena sativa beobachtet wird, beim Zerbrechen der Ährenspindel (Shegalow). In den südlichen Staaten von U. S. A. haben diese Hafersorten bereits bedeutende Verbreitung gefunden: „In den trockenen Staaten mit salzhaltigen Böden, wie z. B. Süd-Karolina, wo die europäischen Hafer fast gar nicht gedeihen, haben sich die afrikanischen Formen von Avena byzantina als recht leistungs- und widerstandsfähig erwiesen[1].

Es seien hier für einige Sorten Versuchsergebnisse angeführt, die von der Zuchtstation der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje erhalten wurden (S. I. Shegalow):

	Vegetationsperiode Tage	Ertrag dz/ha	Korn %	1000 Korngewicht g	Spelzen %
1912—1914					
Ligowo	106	11,7	42,8	36,8	24,5
Schwedischer Hafer	106	12,5	41,7	37,9	24,3
Svalöfer Beljak	111	14,9	45,7	36,4	25,5
Weißer Schwedenhafer	113,5	12,5	43,0	35,6	26,5
Beselers Anderbecker	106	13,7	42,5	37,3	25,9
Brie	126	12,1	37,5	28,3	20,8
Duppauer Gelb	106	13,5	46,3	37,7	26,1
1918—1920					
Weißer Schwedenhafer	113	13,2	38,9	34,0	29,9
Duppauer Gelb	114	13,3	39,1	34,3	28,6
Beselers Anderbecker	115	13,0	35,5	32,8	28,7
Australischer	109	7,7	36,2	39,8	24,4
Nemertschansk	109	10,9	34,8	36,3	27,7
Schatilows Gelb	114	11,1	31,9	34,3	30,0
Batischtschewo-Landsorte	111	12,1	35,6	22,6	26,4
Kanadischer, weiß	114	14,7	37,7	35,6	26,2

Solche Ergebnisse besitzen allerdings nur örtliche Bedeutung, weil bei der Veränderung der Klima- und Bodenverhältnisse sich auch die verhältnismäßige Bewertung der Sorten ändert. Deswegen wollen wir noch Ergebnisse anführen, die *für das südöstliche Gebiet* (Gouvernement Saratow) erhalten wurden.

1. Unter den Verhältnissen jener Gegend sind die *Weißhafer* am meisten verbreitet, welche den größten Teil der Saatflächen in jenem Gebiet wie auch in ganz Rußland einnehmen. Unter den Weißhafersorten sind wiederum am meisten verbreitet: der schwedische, der bodenständige und der australische Hafer, von denen, wie man annehmen muß, früher in den großen Privatbetrieben der australische Hafer die erste Stelle einnahm; gegenwärtig herrscht überall der schwedische Hafer vor. Der Schatilow- und Probsteier Hafer und ebenfalls die Gelbhafer und die anderen Gruppen nehmen einen geringen Prozentsatz unter den Hafersorten des Gebietes ein und erfreuen sich offenbar keiner Beachtung seitens der Praktiker.

[1] N. I. Vavilow: Die Feldkulturen des Südostens. 1922.

2. Die ertragreichsten Hafersorten sind: der australische, der Gelbhafer und die Hafer mit Probsteier Korn. Zu den im Ertrag niedrigsten Sorten kann man rechnen: den Fahnen- und den Nackthafer.

3. Der strohwüchsigste ist der Schatilowhafer; die strohärmsten Sorten sind Fahnen- und schwedischer Hafer.

4. Durch die beste Kornqualität, d. h. durch hohes Volumengewicht und Größe der Körner zeichnen sich der schwedische und der australische Hafer aus. Weil der schwedische Hafer im Ertrag nicht schlecht ist und ein Korn von guter Qualität besitzt, hat er wahrscheinlich auch die Aufmerksamkeit der Landwirte unseres Gebietes auf sich gelenkt.

5. Die kürzeste Vegetationsperiode besitzt der Probsteier Hafer. Die zweite Stelle nehmen die Hafersorten ein mit Körnern vom Schatilowtypus und der schwedische Hafer. Die längste Vegetationsperiode von den verbreitetsten Sorten besitzen die Hafersorten mit Körnern bodenständigen Typus, von den weniger verbreiteten Sorten der Nackt-, Schwarz- und Fahnenhafer[1].

In der letzten Zeit (1927) sind die Ergebnisse der Sortenprüfung auf den Versuchsstationen des Zuckertrustes, die hauptsächlich in der Ukraine liegen, bekanntgeworden. Es sei hier das Gutachten aus dem Bericht über den Hafersortenvergleich angeführt:

„Als Höchstleistungssorten im Ertrag müssen auf Grund der während der beiden genannten Jahre übereinstimmenden Ergebnisse von den deutschen Sorten die Sorten: v. Lochow, Pflug, Steiger und Hörning, von unseren — die Sorte der Station Werchnjatschka Nr. 053 anerkannt werden.

Für die letztgenannte Sorte ist unbedingt eine geringere Eignung für die Verhältnisse des östlichen und des Kurskgebietes zu beobachten. Offenbar hängt dies mit der Spätreife dieser Sorte zusammen.

Die ganze genannte Sortengruppe zeichnet sich durch verhältnismäßig geringe Handelsqualität des Kornes aus — es ist nicht groß und gelb; jedoch ist das Korn infolge des geringen Spelzengehaltes wirtschaftlich wertvoll.

Diese Sorten sind strohreich. Die Sorte der Zuchtstation Werchnjatschka ist durch die verhältnismäßig große Widerstandsfähigkeit gegen die Fritfliege wertvoll.

An die genannte Gruppe schließt sich die Sorte Nr. 90 der Station Mironowo an, die aus dem Leutewitzer Hafer herausgezüchtet worden ist und sich von diesem durch helle Spelzenfarbe, größeres Korn, aber etwas geringeren Ertrag unterscheidet.

Die zweite Gruppe bilden: unsere Sorte „Gigant", ihre Abkömmlinge Nr. 70 der Station Mironowo und Nr. 144 von Korchow; die schwedischen Sorten: „Sieges", „Ligowo", „Kronen", „Goldregen" und die deutschen Sorten von Dippe und Fischer. Es sind großkörnige, weißkörnige, aber stark bespelzte Sorten. Sie sind vor allem wertvoll für das östliche (besonders der Siegeshafer und der Hafer von Dippe) und das Kurskgebiet.

Die hohe Handelsqualität des Kornes dieser Sorten bedingt ihre Beliebtheit und Verbreitung. Diese Sorten sind mittelspätreif, in den Erträgen stehen sie dem Werchnjatschkahafer Nr. 053 und den anderen Sorten der ersten Gruppe nach.

In die dritte Gruppe müssen die Rychliksorten eingegliedert werden; Nemertschansk, Jubiläum und zum Teil Werchnjatschkahafer Nr. 041 für die südlichen und südwestlichen Randgebiete des Zuckerrübendistriktes. Es sind kleinkörnige, gelbkörnige und dünnspelzige Sorten. Sie sind wertvoll als frühreife Sorten, die

[1] W. M. Arnold: Arb. d. Stat. in Saratow. 8. Heft (Avena sativa).

der Beschädigung durch trockene heiße Winde und durch Rost in den genannten Gebieten entgehen; allerdings darf die Wirtschaft keinen großen Wert auf Rauhfutter legen, weil diese Sorten wenig strohreich sind.

Dies sind die drei Grundgruppen unter den geprüften Sorten.

Der bekannte Schatilowhafer steht trotz seiner hohen Korn- und Stroheigenschaften unter dem Durchschnitt der allgemeinen Leistungsfähigkeit und kann unter unseren Verhältnissen nicht zu den Rekordsorten gerechnet werden.

„Die westsibirischen Sorten eignen sich für das große Gebiet, das von unserer Sortenprüfung erfaßt wurde, bestimmt nicht[1]."

17. Die verschiedenen Hirsearten und Sorten.

Die Hirse ist eine Pflanze des östlichen Europa und Asien. Früher fiel der Hirse auch in Westeuropa eine weit wichtigere Rolle zu als heute. Nach Mitteilungen der Geschichtsschreiber des Altertums (Strabo, Polybios) bauten die Iberer und Kelten, die damals Europa bewohnten, vom Schwarzen Meer bis zum Atlantik fast nur Hirse an. Während der Völkerwanderung wurde die Hirse sowohl bei den Hunnen als auch bei den slawischen Völkerschaften neben ihrer Anspruchslosigkeit an den Boden und ihrer Dürrefestigkeit deswegen besonders geschätzt, weil der Transport des Saatgutes in diesem Falle viel weniger Mühe machte als der Transport von Hafer oder Gerste — es reichen unter Umständen sogar 15 kg Saatgut je Hektar. Es ist interessant, daß diese frühere Bedeutung der Hirse auf einige Gebräuche und Sitten eingewirkt hat, die sich sogar noch in Westeuropa erhalten haben. So sagt Junge, der Verfasser der deutschen Monographie der Hirse: „In den Provinzen unseres Vaterlandes, die früher slawisch waren, kann man auch heute noch die Hirse bei jeder Hochzeit und jeder Taufe vorfinden, manchmal als Leckerbissen in Form von Hirsebrot, sogar mit Rosinen[2]." Auch bei Becker lesen wir über die Hirse: „Nicht solange zurück (etwa vor 500 Jahren) war sie die alltägliche Speise des deutschen Bauern; heute ist die Hirse eine Pflanze, die man kaum vom Hörensagen kennt[3]." Im Westen hat sie keine Bedeutung (mit Ausnahme einiger südlicher Länder z. B. Italien); in Ungarn ist die Hirse bereits eine übliche Kulturpflanze, bei uns spielt sie stellenweise im Schwarzerdegebiet eine wichtige Rolle, noch mehr im Hinterwolgagebiet, in dem südlichen Teil Westsibiriens; in den mit China benachbarten Gegenden aber erscheint sie oft als Hauptsommergetreide. Dementsprechend wächst auch die Zahl der Hirsesorten von Westen nach Osten. Die russischen Hirsen gehören vorzugsweise zu 2 Panicum-Arten: Panicum italicum (Setaria italica) = *Bor, italienische, Kolbenhirse, Gomi,* Kunak und Panicum miliaceum, die *gewöhnliche Rispenhirse.* Diese beiden Arten unterscheiden sich dadurch, daß der Blütenstand der ersteren, eine ährenförmige Rispe, mit kleinen Hüllborsten versehen ist, die zwischen den Ährchen sitzen; der Blütenstand (Rispe) der zweiten aber hat diese Borsten nicht. Manchmal unterscheidet man von Panicum italicum auch noch eine dritte Art, Panicum germanicum (Setaria germanica) = Mohar, der sich von der Kolbenhirse, die eine deutlich gelappte Rispe besitzt, durch seine glatte Rispe unterscheidet. Aber infolge der zahlreichen Übergangsformen zwischen diesen Pflanzen braucht man den Mohar nicht als eine besondere Art zu

---

[1] P. A. Solakow: Die Hafersorten nach den Ergebnissen der Sortenprüfungen. 1293—26.

[2] Siehe Georg Junge: Die Hirse. Leipzig 1917.

[3] Becker: Handbuch des Getreidebaues. S. 571. Parey 1927.

Der Bedeutung nach steht die Hirse für das europäische Rußland unter den Getreidearten an fünfter Stelle (etwa 4 % der bebauten Fläche), stellenweise erlangt sie aber sogar die dritte Stelle (Gouvernement Tambow, Astrachan).

betrachten sondern nur als eine Varietät von Panicum italicum. Die Sorten der Kolbenhirse und des Mohars unterscheiden sich durch die Länge ihrer Borsten, durch die Färbung ihrer Körner. Sie werden hauptsächlich in Turkestan, im südlichen Sibirien (längs der Grenze mit China, bis zu den Quellen des Flusses Amur)[1] in Transkaukasien angebaut, die Kolbenhirse außerdem noch in den Gouvernements Beßarabien, Cherson und in einigen anderen. Sie wird zu Graupen verarbeitet; seltener wird Mehl daraus hergestellt. Die Kirgisen stellen durch Gärung aus diesem Material ein besonderes Getränk, die Busah, her. Der Mohar wird hauptsächlich als Futterpflanze angebaut, jedenfalls im europäischen Rußland, im Siebenflußgebiet auch zur Körnergewinnung. Ebenfalls können auch andere Formen von Panicum italicum und der anderen Panicum-Arten (z. B. Panicum Crus galli major, die *japanische Hirse*) für die trockenen Gebiete des europäischen Rußland und Westsibiriens als *Futter*pflanzen von Bedeutung sein (s. die Berichte des Jekaterinoslawer Netzes).

Die gewöhnlichen, die Rispenhirsen, werden, wie wir bereits gesehen haben, nach ihrer Rispenform in 3 Formen eingeteilt: Die *Flatterhirse* (Panicum miliaceum effusum), *die Klumphirse* (Panicum miliaceum contractum) und *die Dickhirse* (Panicum miliaceum compactum). Unter diesen Formen werden nach der Farbe der Scheinfrüchte weiße, gelbe, rote, graue und schwarze (kastanienfarbige) Sorten unterschieden[2]. Unsere Hirsen stellen oft eine Mischung dieser Sorten dar, so daß man in der Ernte verschieden gefärbte Körner erhält. Manchmal wurde die Plastenhirse als besondere Sorte (Neulandhirse) bezeichnet, aber Batalin zeigte, daß es eine solche selbständige Sorte nicht gibt und daß jede Hirse bei der Verbreitung nach Osten und beim Anbau auf umgelegtem Neuland sich verbessert und die Eigenschaften dieser Plastenhirse erwirbt. Besonders geschätzt wird die *gelbe Plastenhirse,* die auf ausgeruhten Böden, welche ihre Struktur lange Zeit erhalten, und auf Neuland gewonnen wird. Sie liefert eine schmackhaftere Graupe[3]. Diese Hirse zeichnet sich, ähnlich wie der Hartweizen, durch ein hornähnliches eiweißreiches Korn aus und gedeiht am besten auf denselben Böden wie dieser im Osten; sie enthält eben dort mehr Eiweißstoffe, als wenn dieselbe Hirse in den westlichen Gouvernements angebaut würde. Die beste gelbe Hirse wird im Kasakstan und in unseren südöstlichen Gouvernements gewonnen.

Auf diese Weise dient die Bezeichnung „Plastenhirse"[4] nur zur Kennzeichnung der Wareneigenschaft und ist kein besonderes botanische Merkmal der Hirse. Von den verschiedenen Hirsearten kann man im allgemeinen sagen, daß die Klump- und die Dickhirse dürrefester sind und deswegen weiter nach Südosten vordringen; die Flatterhirse dagegen herrscht in nicht allzu trockenen Gebieten vor. Sie liefert ein zarteres Stroh als die Dickhirse; vor allem ist dies bei

---

[1] Hierher gehört die „Tarantscha"-Hirse oder der „Kunak" des Siebenflußgebietes, die „Ku-Zsa"-Hirse und „Tschumi-Zsa"-Hirse des Unurigebietes u. a. m. (aber die „Bai-Zsa"-Hirse des Unurigebietes gehört zu Panicum frumentaceum). Es sei kurz noch eine Hirseart erwähnt — Panicum sanguinale — die als dürrebeständige Pflanze in den 80er Jahren in Rußland stark empfohlen wurde. Sie wird in Böhmen und Mähren angebaut, wo aus ihr feine Grütze hergestellt wird. Das Stroh liefert ein recht gutes Futter. Sie ist wenig ertragreich und ihr Anbau hat daher in Rußland keinen Fuß gefaßt.

[2] Näheres siehe bei Batalin: Die in Rußland angebauten Hirsepflanzen. — Sabanin: Die Rispenhirse. Enzykl. d. russ. Landw. — Wasiljew: Die asiatischen und kaukasischen Pflanzen. Nachr. d. Moskauer Landw.-Inst. 1904. — Arnold: Aus den Arbeiten der Station Saratow. Landw. d. Südostens. 1913. — Und Arb. angew. Bot. 14 (1925).

[3] Über die Bereitung der Graupe siehe die Aufsätze „Graupenerzeugung" und „Hirse-Brechmaschinen" in der Enzykl. d. russ. Landw.

[4] Plastenhirse (vom russischen Wort „Plast" = zum erstenmal umgelegter Urboden der Steppenregion) bezeichnet eine Hirse, die auf frisch umgelegtem Urboden angebaut wird (d. H.).

der Klumphirse der Fall, obgleich in jeder Gruppe keine volle Homogenität besteht. Im allgemeinen ist die Flatterhirse an den Boden weniger anspruchsvoll als die Klump- und Dickhirse. Die Vegetationsperiode, die bei der Hirse zwischen 60 und 100—120 Tagen schwankt, ist gewöhnlich in der Gruppe der Flatterhirsen kürzer als in derjenigen der Klumphirsen.

Zur Ergänzung seien hier die Ergebnisse zur Charakteristik der Hirsearten angeführt, die von der Versuchsstation Saratow erzielt wurden:

1. Die verbreitetsten Sorten im Gouvernement Saratow sind die rot- und gelbkörnigen (subcoccineum, flavum, subflavum, sanguineum, aureum, subaureum und dacicum); die übrigen Hirseformen, die graue, schwarze Form usw. werden seltener angetroffen oder sogar nur in Einzelfällen.

2. Die verbreitetsten Formen haben ihre bestimmten Anbaugebiete. Im nördlichen Teil des Gouvernements sind vor allem die Flatterhirseformen verbreitet, im südlichen Teil die Dickhirseformen. Die Klumphirse wird hier wie dort angebaut.

3. An unsere Verhältnisse am meisten angepaßt, vor allem an die nicht selten auftretenden Unwetter, sind die Formen mit gröberem Habitus, z. B. von der Dickhirse die dacicum-Form und einige Formen der Klumphirse: sanguineum (aureum?).

4. Die Formen der Flatterhirse, die sich durch Weichheit und durch zu Futterzwecken gut geeignetes Stroh auszeichnen, sind in unseren Verhältnissen weniger anpassungsfähig und leiden mehr als andere Formen unter Feuchtigkeitsmangel und Schädlingen.

5. Die verschiedenen Hirseformen beginnen sich von der Bestockung an in der Entwicklung ihrer vegetativen Organe merklich zu unterscheiden. Die Beobachtungen während eines früheren Entwicklungsstadiums zeigen keine charakteristischen Unterschiede zwischen den Formen, während man von der Bestockung an deutlich auftretende Unterschiede bemerken kann.

6. Später reifende Formen, die eine längere Vegetationsperiode und infolgedessen eine größere Wärmemenge im Laufe der Vegetationsperiode verlangen, sind in unseren Verhältnissen atrocastaneum und aureum. Von der letzten kennt man Formen, die sogar unter den bodenständigen Verhältnissen manchmal nicht ausreifen, weswegen man dieser Art gegenüber eine gewisse Vorsicht üben muß. Die äußeren Merkmale dieser Formen sind folgende: Eine hohe beblätterte Pflanze, weißliches rundes Korn. Eine früher reifende Form davon ist die Form subflavum. Alle übrigen Formen kann man nach ihrer Reifezeit zu den mittleren Formen rechnen.

7. Nach der Höhe und Qualität der Ernte sind unter unseren Verhältnissen die Formen dacicum und subsanguineum die besten. Die letztere Form ist wenig verbreitet.

Panicum miliaceum (gewöhnliche Rispenhirse).

	Effusum (Flatterhirse)	Contractum (Klumphirse)	Compactum (Dickhirse)
Rotes Korn	Coccineum Subcoccineum Laetum Sublaetum	Sanguineum Subsanguineum	Dacicum Subdacicum
Gelbes Korn	Flavum Subflavum	Aureum Subaureum Ochroleucon Subochroleucon	Densum Subdensum
Weißes Korn	Candidum Subcandidum	Album Subalbum Leptodermum Subleptodermum	—
Graues Korn	Cinereum[1] Subcinereum	Griseum Subgriseum	—
Braunes Korn	Fulvastrum Subfulvastrum	Luteum	—
Kastanienfarbiges Korn	Badium Subbadium	Atrocastaneum	—

[1] Zu dieser Art gehört auch die *Burjätische* Hirse, aus der PISSAREW an der Versuchsstation Tulun in Sibirien eine frühreife Sorte gezüchtet hat. Außerdem sind die Sorten: *Soiotische* Hirse und *Kasaner Rot* als frühreif anzusehen.

8. Die Formen subflavum und subcoccineum unterscheiden sich durch eine verhältnismäßig hohe Ertragsfähigkeit, aber geringere Kornqualität[1].

Die Fähigkeit der Hirse, sich mit geringen Feuchtigkeitsmengen zu begnügen[2], ihre Widerstandsfähigkeit gegen Schädlinge (Blasenfuß) und trockne, heiße Winde[3] haben die Hirse zu einer wichtigen Pflanze des trockenen Südostens gemacht. Hierzu kommt noch die Möglichkeit einer späten Aussaat der Hirse, was uns erlaubt, eine durch Dürre vernichtete Sommerung erneut mit Hirse zu bestellen. Ferner zeichnet sich die Hirse von allen Sommerungen dadurch aus, daß sie bei einer Aussaat mit breiten Reihenabständen sehr gut gedeiht; dies ermöglicht eine Hackkultur zur Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit.

An den *Boden* stellt die Hirse keine besonderen Ansprüche; sie bringt auch auf leichten, sandigen Lehmböden gute Erträge; Hauptbedingung ist nur Unkrautreinheit, weil die Unkräuter die Hirse während des Wachstums leicht überflügeln, da die Hirse schwach aufläuft und sich in den ersten Vegetationsstadien infolge der hohen Wärmebedürftigkeit langsam entwickelt.

In der Wechselwirtschaft ist die Hirse eine typische Pflanze, die nach dem Umlegen des Bodens angebaut wird. Aber mit der Vergrößerung der Ackerfläche und mit dem Verschwinden der Neuumbrüche begann man, die Hirse nach Roggen, Sonnenblumen oder Gartengewächsen (Melonen, Arbusen) anzubauen. Nach einer Sommerung ist die Hirse meistens stärker verunkrautet als in den genannten Fällen. Die Hirse wird spät bestellt, aber der Acker muß bereits im Herbst gepflügt sein und im Frühjahr unkrautrein gehalten werden.

Das *Drillen* kann später erfolgen als die Breitsaat, und es ist besser, die Wärmebedürftigkeit der Hirse mit der Wasserversorgung der keimenden Samen in Einklang zu bringen. In den Gouvernements Tambow und Saratow wird die breit ausgesäte Hirse nicht selten umgepflügt („gebrochen"), um die frühe Aussaat der Hirse mit der späteren Bekämpfung der Kruste und des Unkrautes zu vereinbaren. In einem trockenen Frühjahr aber sieht man davon ab.

Am besten sichergestellt wird die Bekämpfung der Kruste und des Unkrautes bei einer Drillreihenentfernung von 30—35 cm. Dabei bedient man sich zuerst der Handhacke und später, wenn die Pflanzen kräftiger geworden sind, der Hackmaschinen („Planet"), die mit ihren Messern das Unkraut abschneiden und den Boden lockern, ohne die feuchten Bodenschichten nach oben zu bringen.

Je nach der Aussaatmethode werden die *Aussaatmengen* folgendermaßen angegeben (Station Saratow).

Breitsaat	Drillsaat	Saat mit breiten Reihenabständen
22,5 kg	15—16.5 kg	11—15 kg

In Wirklichkeit kommen bei uns geringere Aussaatmengen vor als hier empfohlen wird. Bei der Anstellung von Versuchen auf Bauernwirtschaften erhielt die Station Besentschuk im Durchschnitt von 4 Jahren 12 dz/ha Korn bei weiter Aussaat gegen 5 dz/ha bei gewöhnlicher Drillsaat.

18. Sorghumhirse oder Mohrenhirse.

Die *Sorghumhirse* steht im botanischen Sinne der Hirse nahe, doch trägt sie am Ende eines jedes Zweiges *zwei* Ährchen, von denen das eine nur die männliche Blüte trägt, das andere aber zwitterig, fruchttragend ist. Die Körner sind

[1] Siehe die Arbeit von B. M. Arnold über die Hirse. Arb. d. Stat. Saratow 1916, 7. Heft. — Die Formen mit dem Attribut „sub" unterscheiden sich von den Grundformen durch die violette Färbung der Hüllspelzen.

[2] Siehe Meister und Arnold: Die Hirse. 1925.

[3] Von den Insekten wird die Hirse nur vom Drahtwurm ernstlich beschädigt, der die jungen Triebe durchbeißt. Von den pflanzlichen Schädlingen befällt der Brand oft die Hirse; er wird durch Beizen mit Kupfervitriol oder mit Formalin bekämpft.

ebenfalls von harten Hüllspelzen umgeben, die für die Sorte charakteristisch gefärbt sind. Die ganze Pflanze ist viel mächtiger als die Hirse, die Einrichtung des Halmes erinnert an den Mais. Man nimmt an, daß die Kultursorghumhirse mit *Sorghum halepense* verwandt ist (Andropogon-Holcus halepensis), das wildwachsend im Süden angetroffen wird, wo es als Unkraut verbreitet ist (z. B. bei uns in Transkaukasien).

Körnicke und Werner unterscheiden drei Varietäten der Sorghumhirse: die *auseinanderhängende* (Sorghum effusum), die *gedrungene* (Sorghum contractum) und die gedrungene herabhängende oder Durra (Sorghum cernuum), deren gedrungene Rispe zum Unterschied von der vorigen Form herabhängt. Von den Sorten der auseinanderhängenden Sorghumhirse werden einige zur Herstellung von Bürsten und Besen vor allem in Amerika[1], ebenfalls im südlichen Europa, in Algier und in China angebaut. Man ist bestrebt, auch das Korn zu verwenden, das hier nicht besonders entwickelt ist und ein Nebenprodukt darstellt. Gewöhnlich wird es verfüttert. Die Halme werden verheizt oder dienen zum Bedecken der Dächer usw. Von den Sorten derselben Varietät sei hier noch die *Zuckermohrenhirse* erwähnt, die sich durch einen hohen Gehalt an Rohrzucker in ihren Halmen auszeichnet. Sie kann zur Verarbeitung auf Zucker verwandt werden, kann aber mit dem Zuckerrohr und mit der Zuckerrübe nicht konkurrieren, weil ihr Zucker (vor allem beim Aufbewahren der abgeschnittenen Halme) rasch invertiert wird, weswegen die Zuckerrohrenhirse eine sofortige Verarbeitung verlangt; außerdem ist dem Zucker immer noch Glykose beigemengt. Aus den Stengeln der Sorghumhirse kann aber ohne Schwierigkeiten heller Speisesirup gewonnen werden. In Jahren mit Zuckermangel wurde die Zuckermohrenhirse im Kubangebiet zur Gewinnung von „Honig (Syrup)" angebaut.

Es gibt außerdem noch eine Reihe von Sorten mit verschieden geformter Rispe und mit verschieden gefärbten Körnern (weiß, rot, schwarz), die als *Körnerpflanzen* vor allem in Amerika und Asien (Indien) angebaut werden. Die Neger, Fellachen und Inder ernähren sich von der Sorghumhirse, indem sie daraus eine Art Pfannkuchen backen. Europäer aber erkranken bei dauernder Ernährung mit Sorghumbrot (Beschreibungen der Reisenden in Zentralafrika). Die Sorghumhirse gedeiht noch südlicher als der Mais, weil sie besser als dieser infolge ihres mächtig entwickelten Wurzelsystems Hitze und Dürre verträgt; dies entspricht auch der starken Entwicklung der oberirdischen Teile (in den Tropen 6—7 m, in Turkestan 2—3 m). Nach Semmler verlangt die Sorghumhirse, daß der Boden nicht weniger als auf 1,25 m für die Wurzeln durchdringbar ist. Zum Unterschied vom Mais neigt die Sorghumhirse mehr dazu, Triebe aus den Blattachseln zu bilden, sich zu bestocken, was für eine Futterpflanze erwünscht, aber unerwünscht für die Zuckermohrenhirse ist, weil diese Nebentriebe als Verbraucher des bereits im Haupthalm abgelagerten Zuckers auftreten. Es wird empfohlen, sie zu entfernen; weil sie sich aber erneut bilden, so ist es besser, Sorten zu wählen, die sich weniger verzweigen. Die Erträge der Sorghumhirse erreichen in den Tropen 45 dz, in Südeuropa 22,5 dz/ha.

Für das europäische Rußland kann die Sorghumhirse eine gewisse Rolle als *Futterpflanze* spielen. So machte Ismailsky bereits im Jahre 1890 Anbauversuche mit Durra im Gouvernement Cherson. Er wandte Reihensaat an und säte 4 kg

[1] Die Sorghumhirse ist aus Asien nach Amerika gekommen. Es existiert eine Mitteilung, nach der Franklin in einer von Asien gebrachten Bürste einige Samen gefunden haben soll; indem er sie zur ersten Aussaat benutzte, machte er den Anfang zur Verbreitung der Sorghumhirse in Amerika. In Westeuropa ist sie bekannt unter dem Namen: Sorgho à balais, Besenmohrhirse usw.

je Hektar aus in der Absicht, daß auf jede Pflanze, entsprechend den Angaben von WERNER, 210 qcm entfielen. Die Samen wurden flach untergebracht. ISMAILSKY stellte die Fähigkeit der Sorghumhirse fest, infolge der Entwicklung neuer Wurzeltriebe nach dem Abmähen der alten Halme erneut zu wachsen. Es gelang ihm, drei Ernten im Laufe eines Sommers zu gewinnen. Im September reifte auch die Durra aus, die zur Körnergewinnung stehengelassen wurde. Dies ist aber unsicher, weswegen auch der Anbau der Durra als Körnerfrucht bei uns nicht empfohlen werden kann; zur Futtergewinnung kann sie aber angebaut werden, um so mehr, als sie Dürre besser verträgt als der Mais. In den 90er Jahren wurde man auf die Sorte Gaoljan (Mandschurei) aufmerksam, die ebenfalls die Dürre gut verträgt und früh reifer ist als die Durra.

Auf dem Versuchsfeld in Poltawa erhielt man folgende Ergebnisse:

Gaolan	262 dz	grüne Masse	(in 2 Ernten)
Gewöhnliche Sorghumhirse . . .	178 dz	„	„
Zuckermohrenhirse	265 dz	„	„
Sorghum-Pferdezahnhirse	430 dz	„	„

In neuerer Zeit werden vergleichende Anbauversuche der verschiedenen Sorghumarten (die u. a. auch aus Amerika eingeführt sind) von dem Versuchsnetz des Jekaterinoslawer Landstandes[1] durchgeführt. Am meisten *Grünfutter* lieferte die *Kansaßer orangefarbige Zuckermohrenhirse* (263 dz Grünmasse oder 82 dz trocken), danach folgte *früher Bernstein* (ebenfalls eine Zuckermohrenhirse), danach die *Zuckerhirse von* COLEMAN. Die Sorghumhirse überflügelte gewöhnlich nach der Futtermasse den Mais, weil sie zwei Ernten (manchmal auch drei) brachte. Den „frühen Bernstein" kann man im Gouvernement Jekaterinoslaw in der ersten Julihälfte mähen, um einen zweiten Schnitt im August zu erhalten. Diese Sorte ist dadurch günstig, daß auch dort ihre Samen ausreifen (spätere Sorten können zur Samengewinnung im Vorgebiet des Kaukasus ausreifen).

Es folgen einige Ergebnisse, die beim Anbau dieser Sorghumhirse zu Grünfutter erzielt wurden:

	Früher Bernstein dz/ha	Mais (Leaming) dz/ha
Gouvernement Jekaterinoslaw .	305	278
„ Kuban	481	366

Die Sorghumhirse kann ebenfalls als *einjährige Weidepflanze* angebaut werden, wobei dichter und in mehreren Abschnitten gesät wird (oder solche Sorten, die sich ungleich schnell entwickeln). Man rechnet, daß auf 1 ha Sorghumweide 12—16 Stück Rindvieh während 20 Tagen weiden können. Unter günstigen Verhältnissen und bei geschicktem Abweiden kann die Sorghumhirse nach einem Monat bereits wieder so weit gewachsen sein, daß sie abgeweidet werden kann; manchmal aber enthalten die jungen Triebe der nachwachsenden Sorghumhirse Blausäure; dann sind sie giftig. Offenbar ist dies der Fall, wenn ein erneutes Wachsen nach unnormalen Wachstumsstockungen infolge Hitze oder Dürre erfolgt.

Der Anbau der Sorghumhirse *zur Körnergewinnung* ist bei uns im südlichen Teil der Gebiete Don, Astrachan, Stawropol und Kuban möglich, auch im südlichen Teil der Ukraine, wenn man nicht zu späte Sorten wählt. Als solche werden die gelbe Zwergsorghumhirse empfohlen (Dwart millo) und einige Sorten der Gaoljanhirse.

[1] Siehe TALANOW: Der Mais und die einjährigen Futterpflanzen des trockenen Gebietes. 1909. — Ein bedeutender Konkurrent der Sorghumhirse verspricht von den einjährigen Gramineen das mit ihm verwandte „Sudangras" zu werden.

Aus den Ergebnissen des „Jekaterinoslawer Netzes" seien hier folgende Ertragszahlen für einige Sorghumsorten angeführt:

	Jekaterinoslaw	Kuban
Kaffer, weiß	reift nicht	56 dz Korn
Millot	reift nicht immer	55 „ „
Dschugara	30,5 dz	50 „ „
Schwarze niedrige . .	31,0 „	46 „ „
Früher Bernstein . .	22,0 „	37 „ „
Gaolan	21,0 „	30 „ „ [1]

19. Der Mais.

Wie wir gesehen haben, unterscheidet sich der Mais von den übrigen Getreidearten sehr durch seine getrennt-geschlechtlichen Blüten und durch die verschiedene Lage und Einrichtung der männlichen und weiblichen Blütenstände (Rispen und Kolben). Die Ährchen sind in den einen wie in den anderen zweiblütig, aber in den weiblichen Blütenständen bringt nur eine Blüte im Ährchen (die obere) Früchte. Es sind einige Abweichungen in der Entwicklung interessant, die sozusagen darauf hinweisen, daß in der Vergangenheit die Blüten des Maises auch zwittrig waren und keine Teilung im Typus des Blütenstandes bestand. Hierher gehören: a) das Auftreten fruchttragender Blüten in den männlichen Blütenständen und umgekehrt. Manchmal ist ein ganzer Zweig der oberen Rispe mit Körnern besetzt, dagegen ist der obere Teil des Kolbens mit männlichen Blüten versehen. b) Die Verzweigung des Kolbens ist ganz deutlich (so daß auf dem Hauptkolben mehrere Seitenkolben sitzen) oder sie ist so verdeckt, daß der Kolben in seinem oberen Teil flach erscheint. Manchmal bildet der obere Teil des Kolbens Blätter aus, als wenn er einen Übergang zum vegetativen Achseltrieb bildet.

Die Kolben sitzen auf kurzen Seitentrieben in den Blattachseln am Haupthalm; sie sind von mehreren Blättern umkleidet (die bereits zum Achselzweig selbst gehören) mit stark entwickelter Scheide und reduzierter Blattspreite. Aus dieser Umhüllung gelangen nur die Narben, die fadenförmig und sehr lang sind, nach außen. Der Haupthalm zeigt an Stellen, wo die Kolben sitzen, eine Verbreiterung und Eindrückung. Der ganze Halm ist mit Parenchym ausgefüllt und stark entwickelt (von 1—5 m Höhe, je nach der Sorte). Das Wurzelsystem ist ebenfalls bedeutend mächtiger und dringt viel tiefer ein als bei unseren Getreidearten.

Die Stammform des Mais ist nicht bekannt. Verhältnismäßig näher steht die Euchlaena, eine wildwachsende Pflanze, die in Südamerika, der Heimat des Mais, angetroffen wird.

Euchlaena mexicana hat keine Kolben; die Achse der einzelnen Ährchen ist deutlich ausgeprägt. Mit dem Mais bastardiert sie leicht (die Chromosamenzahl ist in beiden Fällen = 10). Die Erforschung der Bastarde ist insofern von Interesse, weil sie Rückschlüsse auf die Herkunft des Mais gestattet[2].

Man nimmt an, daß diejenigen Maisformen, die ein von Spelzen umgebenes Korn besitzen, ähnlich wie die übrigen Getreidearten (Zea Mays tunicata), der unbekannten wilden Stammform näherstehen. Man weiß, daß diese Spelzsorten des Mais früher größere Verbreitung als heute in der Kultur besaßen (Südamerika).

Der botanische Name des Mais, Zea Mays, ist einerseits aus dem griechischen Zea entstanden, das Brotgetreide bedeutete (häufiger meinte man offenbar früher mit diesem Namen eine Spelzsorte), andererseits aber vom Worte „mahiz", dem

[1] Siehe Talanow: Ergebnisse der Arbeiten des Netzes der Versuchsfelder des Südens und des Südostens von Rußland. 1924.

[2] Siehe Philiptschenko: Spezielle Genetik. 1927, S. 118—123.

Namen für Mais in der Sprache der Bewohner der Insel Haiti; dieser Name wurde später von COLUMBUS übernommen und latinisiert.

Die Maiskörner haben verschiedene *Form*, die teilweise davon abhängt, wieweit sich die Körner gegenseitig im Kolben einengen; die Außenseite des Kornes am Kolben ist bald zugespitzt, bald stumpf rundlich, bald eingedrückt. Recht verschieden ist die Größe und die Färbung der Körner. Das Gewicht der Körner der kleinsten Sorten verhält sich zum Gewicht der Körner der größten wie 1 : 32. Die *Farbe* kann sein: weiß, gelb (verschiedener Schattierung), dunkelrot, braun, blau, violett, schwarz. Diese Vielfarbigkeit hängt von der Übereinanderlagerung zweier Pigmentschichten ab: weiße, gelbe, rote Töne hängen vom Pigment ab, das sich in den Wänden des Fruchtknotens ablagert; die blauen und violetten dagegen vom Pigment der Kleberschicht. Durch die Vermischung dieser Töne entstehen alle übrigen. Schwarz erscheinen die Körner bei einer Kombination des dunkelroten Pigmentes mit dem dunkelblauen.

Die *Zusammensetzung* der Maiskörner ist im Eiweißgehalt geringeren Schwankungen unterworfen als z. B. beim Weizen. Es folgen einige Angaben für Mais verschiedener Herkunft:

	I. %	II. %	III. %	IV[1]. %
Eiweiß	10,26	9,36	10,47	9,88
N-freie Extraktstoffe	67,72	68,65	61,63	69,98
Fett	3,84	4,96	4,78	4,45
Rohfaser	2,88	2,21	1,67	1,52
Asche	1,95	1,47	1,40	1,69

Der Anbau des Mais erlangt jetzt für unseren Südosten und andere Trockengebiete besonderes Interesse, weil der Mais: 1. beinahe nur halb soviel Feuchtigkeit für die Bildung einer Einheit Trockensubstanz verbraucht als Weizen und Hafer; 2. hat der Mais ein tief in den Boden eindringendes Wurzelsystem; 3. durch Hacken zwischen den Reihen wird die Verdunstung der Feuchtigkeit durch den Boden selbst beim Maisbau verringert; 4. nutzt der Mais als späte Sommerfrucht die Niederschläge der zweiten Sommerhälfte gut aus. Außerdem wird der Mais durch Insekten weniger befallen als unsere gewöhnlichen Getreidearten, jedenfalls nicht durch die allgemein verbreiteten Schädlinge wie Hessenfliege, Halmwespe und Brotkäfer.

Schließlich liefert der Mais doppelt soviel Korn wie Sommerweizen und Hafer bei einem etwa ein Halb bis ein Drittel geringerem Samenverbrauch je Hektar; außerdem wird der Ertrag der auf Mais folgenden Sommerung erhöht (ungefähr um 25 %).

Die Maissorten sind recht verschiedenartig. Diejenigen, die für den Anbau eine größere Rolle spielen, gehören zu folgenden Gruppen (STURTEVANT):

1. Zea Mays indurata — der *gewöhnliche* oder *Bernsteinmais*. Den Namen „gewöhnlich" hat dieser Mais deswegen erhalten, weil die früheiferen Sorten dieser Gruppe früher sowohl im Westen als auch bei uns eine größere Verbreitung erfahren haben als die spätreiferen Sorten des „Pferdezahnes". Innerhalb dieser Gruppe gibt es einerseits kleinkörnige, niedrigwachsende, frühreife Sorten; andererseits kennt man auch sämtliche Übergänge zu großkörnigen, hochwüchsigen Sorten, die allerdings auch eine längere Vegetationsperiode besitzen.

Zu dieser Gruppe gehören die bekannten italienischen Sorten „Quarantino" und „Cinquantino", die in 40—50 Tagen reifen sollen, in der Tat aber eine Vegetationsdauer von 110—120 Tagen brauchen. Diesen Formen sind die bei uns im Wolgagebiet gezüchteten Sorten nahe verwandt: „Spassowskaja", „Besentschukskaja" und ebenfalls der „ROSENBERG" Mais der deutschen Kolonisten. Zu der-

[1] I. Bernsteinmais aus Italien, II. Pferdezahn aus Amerika, III. Bernsteinmais aus Amerika, IV. Zea Mays amylacea aus Saratow. — Siehe N. N. IWANOW: Die Konstanz der chemischen Zusammensetzung des Maises. Arb. angew. Bot. 17.

selben Gruppe gehört auch die etwas kräftigere Sorte „Dshigu". Einige Sorten des gewöhnlichen Mais (ebenso späte) haben einen nach oben verbreiterten Kolben (eine durch die Körner verdeckte Verzweigung des Stengels); z. B. der „Handschuhmais". Hierher gehören die sog. „Ginganen" in Bessarabien mit goldgelben kleinen Körnern.

Die Körner des gewöhnlichen Mais sind rund, jedenfalls an der oberen Fläche (an den Seiten sind sie mehr oder weniger durch die Nachbarkörner abgeflacht) gleichmäßig gefärbt (meistens gelb), hart und glänzend. Jede Pflanze hat zwei Kolben (manchmal auch mehr) zum Unterschied von den Zahnmaisen, die gewöhnlich nur einen Kolben ausbilden.

Die hochwüchsigsten und großkörnigsten Sorten des *Bernsteinmaises* sind „König Philipp" — eine weiße, frühreifere und eine rote, spätreifere Sorte —, ferner der „kaukasische Mais" (Nordkaukasus), der „bessarabische Gelbmais", der gewöhnliche rote Imeretinische Mais und viele andere spätreifere Sorten.

2. Zea Mays indentata, der *Pferdezahnmais*, hat größere Kolben mit abgeplatteten Körnern, die am oberen Ende eine charakteristische Einsenkung aufweisen (daher der Name). Dieser Eindruck entsteht erst bei der Reife, wenn der stärkereiche und zartere innere Teil des Endosperms beim Austrocknen des Kornes stärker zusammenschrumpft als der seitlich gelegene hornähnliche Teil des Endosperms; beim gewöhnlichen Mais dagegen umhüllt der hornähnliche Teil das Korn ganz. Daher tritt beim Austrocknen kein Einsinken der Wölbung ein, keine Vertiefung.

Die Kornfarbe ist auch in dieser Gruppe verschieden; die weiße Farbe herrscht vor, dann folgt die gelbe und die rote Färbung; es kommen sogar bläuliche Schattierungen vor.

Da bei uns zuerst nur die spätreifen Sorten des Pferdezahnmais bekannt wurden, die in dem Gebiet des gewöhnlichen Mais nicht ausreifen, so ist daraus die bis heute noch nicht ganz verschwundene Vorstellung entstanden, daß die Zahnmaissorten speziell zum Anbau als Grünfutter bestimmt sind.

Aber bereits im Jahre 1905 führte Schaposchnikow im Gouvernement Poltawa die in Amerika bekannte pferdezahnähnliche Sorte „Leaming" ein, die im Durchschnitt von 4 Jahren einen anderthalbmal so hohen Ertrag brachte wie der früher dort angebaute bessarabische Mais.

Danach wurde eine Reihe noch frühreiferer Sorten des pferdezahnähnlichen Mais aus Amerika eingeführt, wie Boone County, Weißer Zahn von Pein, Minnesota Nr. 23 und andere Sorten, die jetzt bei uns zur Körnergewinnung angebaut werden.

3. Zea Mays amylacea — der *Weichmais* mit mehligem Korn. Diese Gruppe zeichnet sich durch das Fehlen der Hornschicht im äußeren Teil des Endosperms aus; deswegen schrumpft das Korn während der Reife gleichmäßiger als beim Pferdezahn und hat keine Vertiefung.

Zu dieser Gruppe gehören verschiedene Sorten, angefangen mit weichkörnigen Sorten bis zu solchen wie Cusco (Peru), die ein etwa 2,6 cm langes und ebenso breites Korn besitzt (aber diese Sorte wird nur in den Tropen reif). Aus dieser Gruppe hat sich bei uns die Sorte Ivori-King mit großen weißen Kolben eingeführt, die im Süden des Gouvernements Woronesch auf der entsprechenden Breite des Wolgagebietes und natürlich in den weiter südlich gelegenen Gebieten ausreifen kann. Diese Sorte wird vor allem als Fabriksorte geschätzt, die sich ganz besonders zur Stärkeverarbeitung eignet. Aber das Korn wird auch vom Vieh gern gefressen, weil es sich leicht zerkauen läßt.

4. Zea Mays saccharata — *der Zuckermais*. Diese Sorte besitzt Körner mit zusammengeschrumpfter Oberfläche, mit durchscheinendem, hornähnlichem

Endosperm. Indessen ist diese Glasigkeit des Kornes nicht mit hohem Eiweißgehalt verbunden wie bei den Hartweizen, sondern hängt mit dem Vorkommen löslicher Kohlenhydrate zusammen. Hierher gehören vorzugsweise recht frühe Gemüsesorten. Die Kolben dieses Mais werden nicht ganz ausgereift abgerissen, wenn die Körner mehr Zucker enthalten (analog der frühen Ernte der grünen Erbsen); sie werden gekocht zu Speisezwecken verwandt. In Amerika wird sogar frühes Austreiben in Treibhäusern durchgeführt. Vom Feldanbau wird ein bedeutender Teil der Kolben zur Herstellung von Konserven benutzt. Alljährlich decken mehrere Millionen Kisten mit je 2 Dutzend Dosen Inhalt den Bedarf in USA. und Kanada.

5. Zea Mays everta — *Pfaffmais*. Hier ist der größte Teil des Endosperms hornähnlich; beim Erwärmen des trockenen Kornes (Rösten) platzt es, wobei der innere Teil des Endosperms in Form weißer Flocken nach außen aufquillt. In diesem Zustand dient das Korn zu Speisezwecken. In Amerika kennt man eine ganze Reihe dieser Maissorten.

Außer diesen Gruppen, die eine mehr oder weniger große praktische Bedeutung besitzen, gibt es auch noch Formen, die mehr von der morphologischen Seite interessant sind und die KÖRNICKE und WERNER als die Gruppe der *besonderen Maise* bezeichnet haben (*Zea Mays excellens*). Hierher gehört der *Spelzmais* (Zea Mays tunicata), dessen Körner von Spelzen umhüllt sind. Bei Zea Mays aristata haben diese Hüllen sogar Grannen. Der sog. *Spitzmais* (Zea Mays rostrata) besitzt langgestreckte, spitzige Körner, die an die Körner unserer Getreidearten erinnern. Dies alles zeigt, daß der Unterschied zwischen dem Mais und den übrigen Getreidearten nicht so groß ist, wie es auf Grund der Bekanntschaft nur mit den genannten fünf praktisch wichtigsten Gruppen scheinen könnte.

Die Frage der Sortenwahl ist natürlich eine örtliche Frage. Man muß eine Auswahl unter den Sorten treffen, die in dem betreffenden Klima ständig und sicher ausreifen. Als Beispiel seien hier folgende Ergebnisse aus dem Bericht des Jekaterinoslawer Netzes für das Jahr 1911 angeführt (Leiter W. W. TALANOW):

	Vegetationsperiode Tage	Kornertrag in 3 Jahren dz	Durchschnittsgewicht eines Kolbens kg	Anzahl der Kolben je Pflanze
Cinquantino	124	13,3	0,10	2,25
Bessarabischer	125	16,2	0,25	1,38
Boone County	127	18,5	0,37	1,07
Stolz des Nordens	131	18,2	—	—
Gruschewskaja (Landsorte)	134	18,2	0,33	1,24
Minnesota Nr. 13	134	19,4	0,40	1,00
Minnesota Nr. 161	134	19,0	0,41	0,96
Früher Weißzahn	137	19,5	0,44	0,94
Sterling	139	21,2	0,46	1,00
Leaming (von Schaposchnikow)	141	—[1]	—	—
Kaliko	143	—[1]	—	—
Leaming (Original)	150	—[1]	—	—

Die angeführten Ergebnisse gehören in das erste Stadium der Versuche, als sämtliche Sorten mit gleicher Reihenentfernung verglichen wurden und die Versuchsfelder innerhalb eines Gouvernements zerstreut lagen. Im weiteren Verlauf der Arbeiten wurden die Vergleiche in größerem Maßstabe durchgeführt; ver-

[1] Diese Sorten reiften im Jahre 1911 nicht auf allen Versuchsfeldern aus, deswegen kann man für sie keine vergleichbaren Angaben bringen.

Cinquantino zeigte den geringsten Kornspindelanteil (15 %). Sterling (18,9 %) und vor allem der bodenständige Gruschewskaja (20,8 %) ergaben ein größeres Gewichtsprozent an Spindeln.

schiedene Gebiete wurden neu hinzugenommen und die Versuche mit mehreren Entfernungen für jede Sorte angestellt. Dabei wurden als die besten für jedes Gebiet die eigenen Sorten festgestellt. So brachten in den Versuchen 1912 im östlichen Teile Rußlands (innerhalb von 18—28 dz die besten Ergebnisse: *Boone County* (Besentschuk, Gouvernement Saratow, Kamennostep, Gouvernement Woronesch, Kreis Chopersk, Dongebiet); *Spassowskaja* (Versuchsstation Balaschow und Versuchsfeld Temir); *Dshigu* (Saratow); auf dem Versuchsfeld im Dongebiet zeichneten sich aus *König Philipp* (weiß) und *früher Weißer Zahnmais* (54 und 63 dz). Im Gebiet Jekaterinoslaw-Cherson waren es *Sterling* und *Gruschewskaja* (38—45 dz); im Nordkaukasus *Leaming, Kaukasischer* (50—60 dz) und *Mastodont* (74 dz); in Turkestan *Minnesota, Leaming, Ägyptischer* und *Kutaisser* (Bastard) (45—53 dz); im Gouvernement Kutaiss und *Imeretinischer* (32 dz).

In der Frage der besten Standweite wurde erstens die Einwirkung der verschiedenen klimatischen Bedingungen auf ein und dieselbe Sorte untersucht. Dabei stellte sich heraus, daß für Cinquantino die beste Reihenentfernung im Trockengebiet 85 cm, im feuchten Klima dagegen 53 cm beträgt, für Sterling entsprechend 106 und 70 cm. Zweitens wurden die Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten erforscht. Wie gewöhnlich, verlangen die hochwüchsigen, spätreifen Sorten größere Entfernungen als die niedrigwachsenden, frühreiferen Sorten. So zeigten sich auf dem Versuchsfeld Gruschewskoje (Gouvernement Jekaterinoslaw) folgende Kombinationen als die besten:

Cinquantino	K. Philipp, Boone County Gruschewskaja	Minnesota Nr. 13	Sterling
44 × 35 = 1540 qcm	105 × 35 = 3675 qcm	105 × 44 = 4620 qcm	105 × 53 = 5565 qcm

Als Ergebnis mehrjähriger Versuche hat W. W. Talanow folgende Maisanbaugebiete aufgestellt, gleichzeitig mit der entsprechenden Sortenwahl für diese Gebiete:

1. *Das nordöstliche Steppengebiet* des Maisbaues (trockenes Klima, kurze Vegetationsperiode). In seinem nördlichen Teil, der die Nordgrenze des Maisbaues darstellt (mittlerer Teil des Gouvernements Samara, nördlicher Teil des Gouvernements Saratow, der Süden des Gouvernements Tambow, der Norden des Gouvernements Woronesch und der Süden des Gouvernements Kursk), sind folgende Sorten die besten: *Dshigu* (amerikanischer Bernstein, gelb) und der *frühe Spassower* Bernstein aus Besentschuk; außerdem die später aus Amerika eingeführten Sorten: Burlei von Kaunt (bernsteinartig) und Assiniboin (amylacea). Diese letzteren werden sich wahrscheinlich als sehr wertvoll für das nördliche Maisanbaugebiet erweisen.

Im südlicheren Teil dieses Gebietes, der ebenfalls trocken ist, aber eine etwas längere Vegetationsperiode hat (der Süden der Gouvernements Samara und Saratow), ist auch noch *Boone County* von Interesse.

Im südöstlichen Steppengebiet (Süden des Gouvernements Woronesch, Osten des Gouvernements Charkow, Norden des Dongebietes und das Gouvernement Zarizyn) sind folgende Sorten geeignet: *früher Zahnmais*, die amerikanische Sorte *Boone County, weißer Zahnmais von Pein*, die *Landsorte von Rosenberg, Bessarabischer*, und nach den letzten Ergebnissen des Jahres 1923 die mehlige Sorte *Ivori-King*.

Im äußersten Südosten, im besonders trockenen Teil dieses Gebietes, reicht die Feuchtigkeit selbst zum Anbau dieser Maissorten (trotz der genügenden Dürrefestigkeit des Mais im Vergleich mit anderen Getreidearten) nicht aus, und man muß beim Maisbau ohne künstliche Berieselung zu den früher genannten niedrigwachsenden Sorten greifen (Mais der Station Krassnokut, des Versuchsfeldes Temir, Spassower, Dshigu, Gouvernement Ural, und Stalingradmais von Nord-Dakota).

Das nordwestliche Waldsteppengebiet der Ukraine. Nordwesten des Gouvernements Charkow, Süden des Gouvernements Tschernigow, Norden des Gouvernements Poltawa, der mittlere Teil des Gouvernements Kijew und der Norden von Podolien und ebenfalls der frühere Kreis Choti in Beßarabien mit gelindem Klima, mit großen Niederschlagsmengen, aber mit Wärmemangel begünstigen den Anbau von Sorten wie *Minnesota Nr 23* und *König Philipp*, die bei ihrer Frühreife ziemlich wasseranspruchsvoll sind.

Im südwestlichen Waldsteppengebiet des Maisbaues, das den mittleren Teil des Gouvernements Charkow, den Süden des Gouvernements Poltawa, den Süden des Gouverne-

ments Kijew, den Nordwesten des Gouvernements Cherson und den Süden von Podolien und den Norden Beßarabiens umfaßt, konkurrieren bei ebenfalls großen Niederschlagsmengen, aber bei einem wärmeren Sommer mit den obengenannten Sorten Minnesota Nr. 23 und König Philipp erfolgreich etwas spätreifere und hochwüchsige Sorten: die Halbzahnmaise, *Norswersten* und gelber Bernsteinmais, Triumph.

Zu demselben Gebiet muß auch das Stawropol-Plateau gerechnet werden (das Gebiet der Stadt Stawropol im Kaukasus).

Das zentrale Steppengebiet. Zu diesem Gebiet gehören: ein großer Teil des Donezgouvernements, die nördliche Hälfte des Gouvernements Jekaterinoslaw, ein großer Teil des Dongebietes (mit Ausnahme seines südlichen Teiles) und ebenfalls der Steppenteil der Krim, der westliche Teil des Gouvernements Stawropol, der mittlere Teil des Gouvernements Cherson und Beßarabiens. In diesem Gebiet bringen bei recht langer frostfreier Vegetationsperiode aber mit nicht ganz ausreichender Niederschlagsmenge die mittelspäten Sorten die besten Erträge; von ihnen sind die besten: die Bastarde von König Philipp und Sterling, Minnesota Nr. 13 und 161.

Zum südlichen Steppengebiet des Maisbaues mit noch längerer Vegetationsdauer, heißerem Sommer, aber mit einer ebenfalls nicht ganz ausreichenden Niederschlagsmenge gehören der Süden des Gouvernements Jekaterinoslaw und der Norden des früheren Gouvernements Taurien, der Süden des Dongebietes, der äußerste Süden des Gouvernements Cherson (ebenfalls die Kreise Bender und Ackermann in Beßarabien), der Norden des Kubangebietes (der Kreis Jeisk), der Süden des Gouvernements Stawropol und der Norden des Terekgebietes. Am besten gedeihen hier die spätreiferen Sorten Sterling, der Bastard von Gruschewo und Leaming, der frühe akklimatisierte Leaming und ebenfalls die frühreiferen Minnesota Nr 13 und Boone County (die letzteren in Dürrejahren).

Das Kuban-Terekgebiet. Dieser für den Maisbau infolge der sehr langen Vegetationsperiode, des heißen Sommers und der großen Niederschlagsmengen von allen Gebieten günstigste Teil umfaßt das Zentralgebiet des Kubangebietes (Kreis Krassnodar) und des ehemaligen Terekgebietes (Wladi-Kawkas). Am besten gedeihen hier die sehr spätreifen ertragreichen Sorten: *Rides weißer und gelber Zahnmais, Boone County, Goldentiming* und der etwas frühreifere *Wiskonsin Nr. 7* (weiß).

Das *Pontische Gebiet* (die Küste des Schwarzen Meeres, ein Teil des früheren Gouvernements Kutais) mit Überfluß an Niederschlägen und sehr hoher Temperatur läßt den Anbau von fast subtropischen Maissorten zu. Die ertragreichsten Sorten sind hier die spätreifsten: *Kansas Sonnenblume* (Kansas Sunflower); *gelber „Eureka", Hikory, Suchumka,* und *später Boone County.*

Die Zahl der Maissorten, die schon immer groß war (wir haben oben nur einen verschwindend kleinen Teil genannt), wächst in letzter Zeit noch an, weil zur Wirkung der verschiedenen natürlichen Verhältnisse und der unbewußten Auslese sich jetzt auch noch immer mehr die Wirkung der folgerichtig durchgeführten bewußten Züchtung gesellt.

Wir wollen bei der Betrachtung dieser Frage etwas länger verweilen[1], weil wir beim Mais auf einige Schwierigkeiten stoßen und jedenfalls auf Besonderheiten, die durch die Fremdbestäubung hervorgerufen werden. Infolgedessen ist die Svalöfer Methode in ihrer einfachen Form nicht anwendbar. Allerdings kann man die ausgelesenen Maispflanzen dazu zwingen, bei Selbstbefruchtung Samen auszubilden, aber die Selbstbefruchtung ruft hier ein Sinken der Leistungsfähigkeit in der Nachkommenschaft hervor. Deswegen kann hier die Aufstellung von „Elementararten", von „reinen Linien" nicht so folgerichtig sein, weil man in der Nachkommenschaft die Fremdbestäubung einiger Exemplare (obgleich diese sich auch möglichst nahestehen und hochproduktiv sind) zulassen muß. Um sich vor Selbstbestäubung zu schützen, schneidet man auf dem mit der zu verbessernden Sorte bestellten Feldstück den Pflanzen einer Reihe sämtliche männlichen Blütenstände ab[2]; nur die Reihen mit abgeschnittenen Rispen liefern Material, das zur Fortführung der Züchtung geeignet ist.

[1] Näheres siehe bei DE VRIES: Pflanzenzüchtung. S. 92—133. — TALANOW: Der Mais. S. 23—59.

[2] In der Reihe der bestäubenden Pflanzen empfiehlt es sich ebenfalls, die Rispen der Exemplare abzubrechen, die sich als schlecht herausstellen (Zuchtstation in Charkow).

Bei der Maiszüchtung richtet man sich teilweise nach dem allgemeinen Bestreben, den Ertrag zu erhöhen, teilweise nach besonderen Aufgaben, die man sich im betreffenden Fall gestellt hat (z. B. Züchtung eiweißreicher und eiweißarmer, fettreicher und fettarmer Rassen usw.). Zur ersten Gruppe gehört z. B. möglichste Senkung des Prozentsatzes unfruchtbarer Pflanzen, d. h. solcher Stengel, die nur männliche Blüten tragen, aber keine Kolben ausbilden. Teilweise hängt diese Erscheinung natürlich von den Ernährungsverhältnissen ab, aber in hohem Maße auch von den erblichen Rasseeigenschaften. Um eine fertilere Rasse zu erhalten, genügt es noch nicht, die unfruchtbaren Exemplare in einer Population zu entfernen; man muß einzelne Körner der verschiedenen Pflanzen aussäen und dann, den Prozentsatz der unfruchtbaren Exemplare bestimmend, diejenigen Stämme, in denen dieser Prozentsatz hoch ist, vollständig entfernen. Ebenso werden Pflanzen entfernt, die zur Bildung von Nebenstengeln aus den unteren Knoten neigen; diese Nebenstengel schwächen den Hauptstengel, sie selbst bilden aber keine Kolben aus; auch diese Neigung kann in verschiedenem Maße unter der Einwirkung der äußeren Verhältnisse in Erscheinung treten. Dünne Aussaat, fruchtbarer Boden begünstigen die Bildung von Nebenstengeln; eine Rolle spielen aber auch die erblichen Rasseeigenschaften. Auch hier ist eine Verminderung der unerwünschten Eigenschaften durch entsprechende Züchtung möglich, ebenso wie das Erreichen einer merklichen Ertragssteigerung. Außerdem verlangt man von den Kolben außer möglichster Größe auch noch eine Annäherung an die Zylinderform, weil diese Form ein gleichmäßigeres Korn liefert als die konische Form. Die Spindel darf nur einen geringen Prozentsatz des Kolbengewichtes ausmachen, die Körner müssen gut aneinanderschließen und dürfen sich nicht zu schnell nach der Basis hin zuspitzen.

Nicht selten (besonders in Amerika) werden die Körner ausgelesener Kolben auf dem Zuchtfelde in Parallelreihen ausgesät, für jeden Kolben eine getrennte Reihe, damit man diese Reihen während des Wachstums, die Eigenschaften und den Ertrag ihrer Kolben miteinander bequem vergleichen kann. Dafür tritt aber bei einer solchen Methode eine Fremdbestäubung zwischen den Pflanzen der verschiedenen Reihen ein, deren Wirkung man dadurch abschwächt, daß man in den Nachbarreihen die Nachkommenschaft nach Eigenschaft und Leistungsfähigkeit möglichst nahe verwandter Pflanzen anbaut. Wünscht man aber, daß die Fremdbestäubung möglichst zwischen Pflanzen gemeinsamer Abstammung erfolgt, so werden die Körner einer Pflanze nicht in einer Linie, sondern in quadratischen Flächen ausgesät in der Annahme, daß dann wenigstens die inneren Exemplare eines jeden Quadrates nur durch die Pflanzen dieses Quadrates bestäubt werden. Oft werden ringsherum Schutzstreifen mit solchen Pflanzen angelegt, die ihren Eigenschaften nach zu denjenigen, die als Samenpflanzen betrachtet werden, möglichst nahestehen.

Wird der Mais mit Pollen einer Sorte bestäubt, deren Körner sich deutlich ihrem äußeren Aussehen nach von den Körnern der Mutterpflanze unterscheiden, so kann man eine Bastardierung nicht nur in der Nachkommenschaft, sondern auch schon auf der Mutterpflanze selbst beobachten, infolge eines verschieden ausgebildeten Endosperms (Auftreten von *Xenien*). Wird z. B. Zuckermais durch Pollen eines Mais mit stärkehaltigem Endosperm bestäubt, so besitzen die entsprechenden Körner bereits am Mutterkolben Stärkereichtum und glatte Oberfläche. Aber bei der Kreuzung nahe verwandter Formen kann man die Fremdbestäubung nur durch die Prüfung der Eigenschaften der Nachkommenschaft erkennen.

In Amerika wurden Maiszüchtungsversuche nicht nur zur Ertragssteigerung sondern auch zur Steigerung des einen oder des anderen Kornbestandteiles

(Fett, Stärke, Eiweiß) durchgeführt. Eine solche Auslese wird durch die Möglichkeit erleichtert, die Zahl der chemischen Analysen durch Beobachtung des Baues der Körner der einzelnen Kolben, des Verhältnisses in der Entwicklung des Keimes, des äußeren und inneren Teiles des Endosperms herabzusetzen. Weil das Fett hauptsächlich im Keimling konzentriert ist (30—40%), so deutet eine starke Entwicklung des Keimes im allgemeinen auch auf einen höheren Fettgehalt im Korn hin. Das Endosperm besteht seinerseits aus einer äußeren hornartigen Zone, die eiweißreicher ist, und aus einem inneren mehligen, stärkereichen Kern. Infolgedessen kann man nach der Korngröße die Kolben in groben Umrissen in fettreiche, stärkereiche und eiweißreiche einteilen. Die Auslese nach diesen Merkmalen wurde 10 Jahre lang von Prof. HOPKINS in Illinois ausgeführt, der von einer Maissorte ausging. Es folgen seine Ergebnisse:

	Auslese nach dem Eiweißgehalt		Auslese nach dem Fettgehalt	
	1. auf Steigerung	2. auf Minderung	1. auf Steigerung	2. auf Minderung
1896	10,92	10,92	4,70	4,70
1897	11,10	10,55	4,43	4,06
1898	11,05	10,55	5,15	3,99
1899	11,46	9,86	5,64	3,82
1900	12,32	9,34	6,12	3,57
1901	14,12	10,04	6,09	3,43
1902	12,34	8,22	6,41	3,02
1903	13,04	8,62	6,50	2,97
1904	15,03	9,27	6,97	2,89
1905	14,72	9,57	7,29	2,58
1906	14,26	8,64	7,37	2,66

HOPKINS nimmt an, daß diese Merkmale genügend konstant sind und daß die vier genannten Rassen mit verschiedener Kornzusammensetzung eine Verwertung in den entsprechenden Industriezweigen finden müssen (die erste als Speise- und Futtermittel, die zweite zur Spiritusbrennerei und Stärkefabrikation, die dritte zur Ölgewinnung aus den Keimen). Es wird beobachtet, daß oft reicher Fettgehalt mit reichem Eiweißgehalt parallel läuft und daß sich diese beiden Merkmale entgegengesetzt zu hohem Stärkegehalt verändern.

Die ausgelesenen Kolben werden in einem trockenen Raum mit besonderer Sorgfalt aufbewahrt (sie werden am besten an Bindfäden frei und luftig aufgehängt, weil der Mais unter der Einwirkung der Feuchtigkeit leicht seine Keimfähigkeit verliert. Die ausgelesenen Kolben werden erst vor der Aussaat gedroschen; man zieht überhaupt vor, das Saatgut in den Kolben aufzubewahren.

In Rußland nimmt die Erforschung der Maissorten und die Züchtungsfrage des Mais gegenwärtig bedeutendes Interesse in Anspruch, weil neben der allgemeinen Bedeutung der Züchtung hier unbedingt auch noch eine Ausdehnung des Anbaugebietes und vor allen Dingen ein Vordringen des Maisbaues nach Osten bevorsteht. Der Erfolg dieser Ausdehnung wird in hohem Maße von der erforderlichen Auswahl und der weiteren Verbesserung der Sorten abhängen.

Der Anbau des Mais. Der Mais wird entweder in erster Linie zur Körnergewinnung oder zur Grünfutter- oder sogar zur Heugewinnung angebaut. Das Korn dient zur Herstellung von Mehl, Graupen, zu Speisen, als Futtermittel; es wird auch zur Stärkefabrikation, zur Bierbrauerei und Spiritusbrennerei verwandt.

Der Mais ist innerhalb weiter Gebiete der südlichen Gegenden *verbreitet* (40° s. Br. in Amerika). Er dringt weit nach Norden vor und erreicht mit seinen frühreifen Vertretern den 54.° n. B.; zur Grünfuttergewinnung dringt er noch um einige Grade weiter nach Norden vor. Am meisten wird er in Nordamerika angebaut.

Bei uns wird der 52. Breitengrad gewöhnlich als ungefähre *Nordgrenze des Maisbaues* zur Körnergewinnung angesehen, wobei der Südwesten des europäischen Rußland und Transkaukasien seine Hauptgebiete sind. Weil diese Grenze bedingt erscheint und für die verschiedenen Sorten nicht gleich ist, ist eine gewisse Ausdehnung des Maisbaues nach Norden zu möglich und eine recht bedeutende Ausdehnung nach Osten im Vergleich zu den heutigen Grenzen. So zeigten die Arbeiten der Versuchsstation in Besentschuk, daß die Sorten *Cinquantino* und *Spassowskaja* nicht nur auf der Breite von Samara (53.°) gut ausreifen, sondern auch in trockenen Jahren konstantere Erträge liefern als unsere gewöhnlichen Getreidearten, weil gewöhnlich die Dürre in der ersten Sommerhälfte für dieses Getreide vernichtend ist und die späteren Juliregen die Erträge nicht mehr beeinflussen können. Für den Mais sind die Juliregen aber (die in einigen trockenen Gegenden viel größer sind als die Mai- und Juniregen) von größter Bedeutung und werden von ihm gut ausgenutzt, wenn die Verdunstung an der Oberfläche des Bodens durch Hacken nach Möglichkeit eingeschränkt wird; wir haben weiter oben gesehen, daß Mais und Hirse viel weniger Feuchtigkeit zur Bildung einer Einheit Trockensubstanz verbrauchen als unsere im Norden üblichen Getreidearten. Die Fortführung der Versuche mit Maisanbau auch weiter nach Osten hin (einschließlich Südsibirien) ist sehr erwünscht um so mehr, da die Einführung dieser Pflanze in den Feldbau (wie die der Hackfrüchte überhaupt) eine wirtschaftlichere Ausnutzung der Arbeitskräfte ge stattet, weil die Arbeitshöhepunkte in der Wirtschaft mit denjenigen zur Pflege des Maisfeldes nicht übereinstimmen; die Saat erfolgt später als die der anderen Pflanzen, das Hacken zwischen Saat und Ernte des Getreides, die Ernte nach der allgemeinen Ernte. Die Mehrzahl der Schädlinge unserer Getreidearten befällt den Mais nicht; deswegen werden die Gesamterträge durch die Ausdehnung seiner Kultur beständiger.

Wenn man sich nach der Beobachtung richtet, daß die frühreifen Maissorten dort gedeihen können, *wo Wasser- und Zuckermelonen auf dem Felde reif werden*, so kann man annehmen, daß die Kultur der frühreifsten Maissorten teilweise in Südsibirien möglich ist, d. h. in den südlichen Gebieten der Kreise Barnaul, Biisk, Minusinsk, abgesehen von den noch südlicheren Gebieten (wie Wernoje). Jedoch müssen die Sorten den örtlichen Verhältnissen entsprechend gewählt werden.

Der Boden zum Maisbau kann recht verschieden sein. Er darf aber weder arm noch sandig noch sauer sein; ebensowenig darf er unter Wasserüberfluß leiden oder zu flach sein. *Nach seiner Anbauart kann der Mais zu den Brachepflanzen gerechnet werden.* Infolge der starken Wurzelentwicklung verlangt er eine tiefere Bodenbearbeitung als die gewöhnlichen Getreidearten; er verträgt eine direkte Stallmistgabe gut (er lagert nicht); bei normalem Anbau läßt er eine Bodenbearbeitung *während* des Wachstums zu und verlangt sie sogar. Weil der Mais außerdem auf demselben Schlage im nächsten Jahr wiederkehren kann, so ist es begreiflich, daß die Auswahl der Stelle für ihn in der Fruchtfolge nicht schwer ist und daß man in der Praxis recht verschiedene Kombinationen antrifft: ununterbrochener Anbau, wie stellenweise bei uns im Kaukasus (was natürlich nicht als normal anzusehen ist); eine Abwechslung mit Körnergetreide in einer Zweifelderwirtschaft (z. B. Mais — Weizen usw. in Bessarabien) oder kompliziertere Fruchtfolgen, in denen dem Mais dieselbe Stelle zugeteilt wird wie anderen Hackfrüchten — nach Winterung (z. B. in der bei uns üblichen Vierfelderwirtschaft: Brache — Winterung — Hackfrucht — Sommerung oder in gedüngter Brache). Nach Mais wird gewöhnlich Sommerung angebaut, manchmal aber auch Winterung, wobei die Einsaat der Winterung entweder nach

der Maisernte erfolgt, was nur für ein Jahr möglich ist, weil der Mais spät geerntet wird oder zu der Zeit, zu welcher der Mais noch im Felde steht; dann wird zwischen den Reihen gesät (die sog. amerikanische Methode). Dann hat die Winterung noch Zeit, bis zur Maisernte Wurzel zu fassen und sich zu bestocken; sie leidet unter der Ausführung der Maisernte nicht besonders. Als Variation der amerikanischen Maisbrache gibt es eine „Chersoner halbbesetzte Brache", bei welcher der Mais nicht in der üblichen Reihenentfernung (70—105 cm) ausgesät wird, sondern in bedeutend größeren, so daß zwischen den Maisreihen eine Drillmaschine, die Weizen drillt, hindurchgehen kann. Dabei ist natürlich keine volle Maisernte zu erwarten, aber der Weizenertrag kann manchmal sogar den Ertrag nach Schwarzbrache übertreffen, wenn man die Maisstengel über Winter zum Zurückhalten des Schnees im Felde stehenläßt, während sonst der Schnee von den übrigen Feldern weggeweht wird. Hierbei ist für den Weizen nicht nur die erhöhte Feuchtigkeit sondern auch der bessere Frostschutz von Bedeutung. Solche Ergebnisse wurden z. B. auf dem Versuchsfeld Kamensk des Gouvernements Jekaterinoslaw erhalten:

	Weizenertrag	
	nach Schwarzbrache dz	nach Chersonbrache dz
1905	12,7	16,8
1906	12,2	11,7
1907	21,3	21,7[1]

Die Maiserträge in der Chersonhalbbrache sind natürlich nicht vollwertig (7,5—11,2 dz/ha). Bei der „amerikanischen" Variation dagegen, wo der Mais eine Weizenuntersaat erhält, wobei er das ganze Feld vollständig besetzt (70—105 cm Reihenentfernung), sind die Maisernten vollwertig, die des Weizens aber herabgedrückt. Im ganzen erhält man aber mehr Korn, wie aus nebenstehenden Ergebnissen der Station Rostow-Nachitschewan ersichtlich ist.

	Aprilbrache	amerikanische Maisbrache
Maisertrag	—	22,7 dz
Winterweizenertrag . .	15,2 dz	9,5 „
Sa.	15,2 dz	32,2 dz Korn

Die Bodenbearbeitung zu Mais ist um so tiefer, je hochwüchsiger die Sorte ist. In Ungarn wird bei der Herbstbearbeitung gern der Dampfpflug verwandt. Aber die unbedingte Notwendigkeit einer solchen tiefen Bearbeitung wie bei den Wurzelfrüchten ist hier doch meistenteils nicht vorhanden.

Auf dem Versuchsfeld Poltawa wurde folgende Wirkung der Tiefe der Ackerkrume beobachtet:

	13 cm dz	20 cm dz	26 cm dz
Ernte an Grünmasse . .	311	315	347

Der Mais wird entweder gedibbelt oder in Reihen gedrillt, weil der Boden zwischen den Reihen bearbeitet werden muß, obgleich im Kaukasus bei geringen Anbauflächen auch Breitsaat geübt wird mit darauffolgender Handbearbeitung. Um den Mais über Kreuz hacken zu können, zieht man oft die Dibbelsaat nach dem Markeur vor, mit 2—3 Pflanzen je Pflanzstelle[2].

Die Reihensaat erfolgt entweder mit Hilfe gewöhnlicher oder mit Spezialdrillmaschinen oder es wird mit der Hand nach dem Pflug gesät. Die Reihenentfernungen schwanken von 53—105 cm; die Entfernungen zwischen den

[1] Siehe Talanow: Der Mais und seine Bedeutung für Rußland. Landw. Leben 1922.

[2] Wenn der amerikanische Farmer in jede Pflanzstelle 4—5 Körner legt, denkt er: „Eins für den Fall, daß es nicht aufgeht, eins für den Wurm, eins für die Saatkrähe, der Rest zum Keimen." — Talanow: Der Mais. 1925.

Pflanzen in den Reihen — aber von 26—53 cm und noch mehr, je nach der Wüchsigkeit der angebauten Sorte und den Wachstumsverhältnissen.

Nach den Ergebnissen der Versuchsstationen des mittleren Wolgagebietes muß man die frühreifen Sorten in diesem Gebiet (Cinquantino, Spassowskaja) mit einer Reihenentfernung von 90 cm säen, und beim Vereinzeln in den Reihen einen Zwischenraum zwischen den einzelnen Pflanzen von 26 cm lassen. Für den feuchteren Waldsteppenteil der Ukraine aber (die Gouvernements Kijew, Poltawa) werden für dieselbe Sorte Cinquantino die Entfernungen mit 70 × 22 cm angegeben. Für die weiter südlich angebauten hochwüchsigen Sorten wie Leaiming, Sterling werden bedeutend größere Entfernungen verwendet, z. B. 80 × 35 cm und sogar 105 × 53 cm. Im Kubangebiet werden z. B. je Hektar 22 kg ausgesät; bei Dibbelsaat weniger — etwa 12 kg. Bei den kleinkörnigen Sorten steigt mit der Korngröße auch die Aussaatmenge; zunehmende Größe der Pflanze dagegen setzt sie herab. Dennoch kann bei so wüchsigen Sorten wie Liming und Sterling bei Drillsaat eine Aussaatmenge von 30—45 kg/ha erforderlich sein, sofern die Keimfähigkeit normal ist. Die gewöhnliche Saattiefe beträgt 7 cm; auf feuchten Böden ist sie geringer, und wenn die Gefahr der Beschädigung durch Saatkrähen zu groß ist, beträgt sie 9 cm. Die einreihige Maisdrillmaschine führt Aussaat und Unterbringung der Körner besser aus als die gewöhnlichen Drillmaschinen für Getreide, außerdem kann man mit ihr dibbeln. Bei kleineren Flächen erfolgt die Dibbelsaat mit der Hand mit Hilfe einer Hacke. Bei der Aussaatzeit muß man die hohen Wärmeansprüche des Mais berücksichtigen. Kräftig keimen die Samen erst bei 14—15° C, bei 10° C nur außerordentlich langsam. Bei zu früher Aussaat können die Körner entweder im Boden verfaulen oder durch Morgenfröste geschädigt werden. Bei uns sät man den Mais in der Ukraine vom 10.—12. Mai, im Kubangebiet vom 20.—30. April.

Die Pflege des Mais kann im Falle einer Krustenbildung (was auf Schwarzerde weniger wahrscheinlich ist als auf humusarmen Böden) mit dem Eggen beginnen, das sowohl vor wie nach dem Auflaufen der Saat ausgeführt werden kann, wenn die Aussaat genügend tief erfolgt ist.

Für eine gewisse Zeitspanne kann auch ein Schutz der Saat vor Saatkrähen erforderlich sein, die seit altersher die lästigsten Feinde des Mais sind, was sich sogar in der Volkspoesie ausgewirkt hat[1].

Auf den Schwarzerdeböden dagegen ist das *Vereinzeln* am häufigsten die erste Pflegemaßnahme der aufgelaufenen Maissaat, das nicht selten in 2 Abschnitten erfolgt. Auf das erste Jäten folgt das *Hacken*, das je nach Bedarf wiederholt wird. Gewöhnlich ist 3faches Hacken erforderlich (oder mindestens 2faches), wobei man die nachfolgenden Hacken nicht tief ausführen soll, um die Maiswurzeln nicht zu beschädigen, von denen sich ein Teil nahe an der Bodenoberfläche befindet. Ein *Behäufeln* kann nur bei genügender Feuchtigkeit nützlich sein.

Das Behäufeln ist, falls die Pflanzen auf Dämmen stehen, mit größerem Feuchtigkeitsverlust verbunden als bei Flachkultur. Es gibt aber eine Methode, bei der die Aussaat in Furchen erfolgt, und die Dämme später bei der Bearbeitung der Zwischenreihen eingeebnet werden. Bei dieser Methode, die in Amerika vorkommt, erfolgt die Aussaat mit Hilfe eines besonderen Gerätes, des „Listers", das eine Kombination von Häufelpflug und Säapparat darstellt[2].

Bei denjenigen Maissorten, die dazu neigen, neben dem Hauptstengel auch noch Seitentriebe zu bilden (wie z. B. der gewöhnliche Mais und die Sorten, die

[1] Siehe den Mythos von Longfellow über die Entstehung des Mais im „Lied von Hyavata".

[2] Näheres siehe in den Berichten des „Jekaterinoslawer Netzes" und in den Handbüchern über Maisbau von Mirik, Bensin, Mikel u. a. m.

zu Zea Mays amylacea gehören), ist eine *Entfernung dieser Seitentriebe* notwendig, besonders in trockenem Klima. Manchmal wird der gipfelständige Blütenstand abgebrochen, nachdem die Bestäubung stattgefunden hat; dies ist aber eher eine Maßnahme zur Erlangung einer gewissen Futtermenge bei Futtermangel als eine Pflegemaßnahme des Mais[1].

Die Reife des Mais fällt in den September (Ukraine, Wolgagebiet, frühe Sorten) oder in den Oktober (Kuban, späte Sorten). Äußerlich macht sie sich durch das Gelbwerden der den Kolben umgebenden Lieschen bemerkbar; die Körner nehmen die der betreffenden Sorte charakteristische Färbung an; sie werden hart und glänzend. Weil der Mais nicht ausfällt und im reifen Zustand nicht unter Frost leidet, so braucht man sich mit der Maisernte zum Unterschied von den übrigen Getreidearten nicht zu beeilen.

Geerntet wird der Mais entweder als ganze Pflanze oder durch Ausbrechen der Kolben. Wenn man mit dem Ausbrechen der Kolben beginnt, was bei uns üblich ist, so werden die Stengel später mit Hilfe der Mähmaschine oder einer kurzen Sense abgemäht. In Amerika bedient man sich zum Abschneiden der Stengel eines „Maisschlittens", der an den Seiten mit Messern versehen ist, die zur Bewegungsrichtung in einem gewissen Winkel stehen.

Für die verschiedenen Verhältnisse der Vereinigten Staaten werden verschiedene *Erntemethoden* beschrieben, je nach den wirtschaftlichen Verhältnissen und nach der Art der Maisnutzung. So läßt man den Mais manchmal bis zum vollständigen Eintrocknen der Stengel stehen; die Stengel werden sodann tief abgehackt, mit Stroh zu Garben zusammengebunden und in Mieten zusammengefahren zum Herausbrechen der Kolben und zum Dreschen in einer freieren Zeit (Werner, 1852). Um nicht Gefahr zu laufen, teilweise noch feuchte Stengel zu Garben zusammenzubinden, führt man manchmal eine Teilernte aus, indem man nur vollständig ausgereifte Pflanzen abschneidet und in Zeilen zusammenstellt; danach wird das Feld in gewissen Zwischenräumen wiederholt durchgegangen, wobei man die Pflanzen je nach ihrem Reifezustand abschneidet, um hinterher die Kolben aus der gesamten Ernte auf einmal auszubrechen. Bei der Ernte der Stengel in Hocken, Zeilen usw., welche jene vor dem Regen schützen, gewinnt man ein Futter besserer Qualität, als wenn man die Stengel nach dem Ausbrechen der Kolben im Felde läßt. In den extensiven Wirtschaften Amerikas werden im Felde manchmal nur die besten reifen Kolben abgebrochen, hinterher wird das Vieh aufs Feld getrieben, das die restlichen Kolben, die Blätter und die zarteren Stengel frißt. Im Staate Illinois wurde in den 70er Jahren folgende Methode angewendet: „Wenn der Zeitpunkt der Maisernte herannaht, schicken die Landwirte Agenten nach Texas und kaufen dort magere Ochsen, die zur Erntezeit auf das Gut getrieben werden. Auf den reifen Maisfeldern werden mit transportierbaren Zäunen Feldstücke abgetrennt, auf die das Vieh getrieben wird. Die Ochsen brechen die Maisstengel und fressen die Hauptmasse der Kolben. Danach werden sie auf das folgende Feldstück getrieben, auf das erste aber läßt man Schweine, welche die restlichen Kolben und ihre Bruchteile auffressen. Zur Ablösung der Schweine werden Puten aufs Feld getrieben, welche die ausgefallenen Körner auflesen. Indem man nun diese drei Herden folgerichtig durch alle Teilstücke des Feldes treibt, erfolgt gleichzeitig die Maisernte, Viehmast und Bodendüngung. Dann befördern sich die Tiere auf eigenen Füßen zum Markt in Chicago[2]."

In den südlichen Staaten, wo gleichzeitig Mais und Baumwolle angebaut werden, wird folgende eigenartige Methode angetroffen: „Etwa am 7. August beginnt man, die Maisblätter zum Verfüttern abzureißen. Dieser Prozeß des Abreißens (Stripping fodder) besteht in folgendem: Der Arbeiter faßt in raschen Handbewegungen von oben bis unten die Blätter mit beiden Händen und reißt sie vollständig ab, indem er nur den nackten Stengel mit dem Kolben übrigläßt. Der Arbeiter schreitet zwischen den Reihen und bearbeitet die beiden Reihen rechts und links. Die abgerissenen Blätter werden wiederum mit Maisblättern zu Bündeln zusammengebunden, sie werden auf dem Stengel in der Kolbenachsel aufgehängt und mit dem geknickten oberen Stengelteil zusammengedrückt. In solcher Lage werden die Bündel bis zum endgültigen Austrocknen belassen. Die ausgetrockneten Bündel werden auf die

[1] Über die Bekämpfung der Maisschädlinge, wie des Knochenkäfers, des Maiszünslers, der Baumwoll- oder Maiseule, der Wintersaateule u. a. m., siehe z. B. im Aufsatz von E. M. Wassiljew im Beitrag zum Handbuch von Bensin: Der Maisbau.

[2] Werner: a. a. O.

Farm gefahren, in geschlossenen Räumen zusammengelegt und dienen als das verbreitetste Futtermittel für das Vieh fast während des ganzen Winters" (A. E. Lubtschenko).

Die Maisfelder läßt man nach dem Abreißen der Blätter in diesem Zustande bis zum Oktober; sie bieten ein recht trostloses Bild. Die Farmer kehren zu ihnen erst nach der Beendigung der Haupternte der Baumwolle zurück.

Eine solche Erntemethode noch grüner Blätter kann natürlich nicht ohne Nachteil für das Korngewicht sein, weil die Trockensubstanz noch merklich zunimmt, sogar noch dann, wenn das Korn den charakteristischen Glanz erhält — sofern die Blätter nicht entfernt werden. Man muß annehmen, daß nur örtliche wirtschaftliche Gründe (hohe Heupreise und verhältnismäßig niedrige Preise für Maiskorn) eine solche Maßnahme rechtfertigen.

Die abgemähten Stengel werden daraufhin in Hocken zusammengestellt, bei deren Aufstellung man entweder einen transportablen Holzbock benutzt (der danach zur Aufstellung der nächsten Hocke weitergetragen wird) oder man bindet die oberen Stengelteile von vier nicht abgemähten Pflanzen zusammen; an diese vier Pflanzen werden dann ringsherum die abgemähten Stengel angelehnt oder aber man bildet eine Hocke aus Garben, die vom Selbstbinder gebunden sind. Nach dem Trocknen der Stengel werden die Kolben herausgebrochen und von den Lieschblättern befreit.

In Amerika gibt es Maschinen zum Rebbeln der Kolben und ebenfalls auch zum Zerkleinern der Maisstengel, um ihren Futterwert zu steigern.

Die von den Blättern befreiten und durchgetrockneten Kolben werden gedroschen, wozu es besondere Maisdreschmaschinen gibt (ebenfalls Vorrichtungen zur Befreiung der Kolben von den Lieschen) verschiedener Typen, angefangen mit den Hand-„Rebbeln", die etwa 45 kg in der Stunde liefern, bis zu den komplizierten Dampfdreschmaschinen. Gewöhnlich geben die Kolben etwa 80 % Korn und 20 % Stengel. Übrigens wird das Korn oft bis zum Frühjahr in den Kolben aufbewahrt, indem man es nur je nach Bedarf drischt, weil das bereits im Herbst gedroschene, künstlich nicht getrocknete Korn leicht schimmelt und schlecht wird. Bei geringen Anbauflächen werden die Kolben auf Kornböden aufbewahrt, bei großen Anbauflächen dagegen werden besondere Räume mit Flechtwänden hergestellt, die einen beständigen Luftzutritt zu den Kolben gestatten.

W. W. Talanow beschreibt die Einrichtung solcher Aufbewahrungsräume folgendermaßen:

„Die mit Geflecht abgegrenzten Räume erhalten eine schmale Form (1—2 m breit) und sind bis zu 3,5 m hoch. Die Länge ist beliebig, je nach den Bedürfnissen der Wirtschaft und der Raumberechnung (10 cbm fassen etwa 50 dz Kolben). Die Wände bestehen aus Flechtwerk, Latten oder Brettern, und zwar so, daß die Kolben ständig durchlüftet werden, dabei aber nicht durch die Spalten fallen können. Der Boden muß sich etwas über dem Erdboden befinden, ebenfalls zwecks besserer Durchlüftung.

Der Raum ist oben etwas breiter, die Wände sind schräg, das Dach ragt an allen Seiten weit über, damit der Regen nicht ins Innere des Raumes gelangt. Ein solcher Raum aus Latten mit einem Pfannendach, 165 dz fassend, kostete vor dem Kriege etwa 330 RM.

Weil es wichtig ist, einen solchen Raum richtig bauen zu können, sei hier die Beschreibung eines noch einfacheren Raumes, aus Reisig oder Baumrinde geflochten, angeführt. Sein Aufbau besteht darin, daß man einen Rahmen aus zwei Längsbalken, z. B. 4,2—6,3 m lang und zwei Querbalken, 2 m lang, herstellt; der Innenraum erhält eine Breite von 1,40 m. Auf diesem Rahmen werden in 35 cm Abstand Löcher mit einem großen Bohrer gebohrt, die etwas nach außen geneigt sind. In diese Löcher werden 2 m lange Keile geschlagen, die dann mit Reisig oder Weidenruten umflochten werden, genau so wie ein gewöhnlicher Flechtzaun. Ist die Flechtarbeit beendet, so sieht der Raum wie eine richtige Futterkrippe aus.

Beim Flechten läßt man an der einen Schmalseite unten eine Türöffnung offen, 75 cm breit und 90 cm hoch. Nach Beendigung des Flechtens wird der ganze „Silo" gehoben und auf Stützen gestellt, nicht niedriger als 35 cm über der Erde. Quer durch den Rahmen werden zwischen den Keilen und der Baumrinde alle 35 cm Stangen eingeschoben, die ebenfalls umflochten werden. Es entsteht ein geflochtener Boden.

Beschickt wird ein solcher Silo direkt von oben; dann werden Querleisten gelegt und alles wird mit Stroh zugedeckt, damit das Wasser nicht bis zu den Kolben dringt. Entleert wird der Silo durch die sich unten befindenden Türchen. Ein solcher Silo aus Baumrinde geflochten und 82 dz fassend, kostete vor dem Kriege im Gouvernement Jekaterinoslaw 33 RM. Der Silo muß auf einer freien und erhöhten Stelle errichtet werden"[1].

Der Mais wird auf recht verschiedene Art genutzt. Besonders in einigen Staaten Nordamerikas „findet der Mais die verbreitetste Anwendung: Erstens ist er das Hauptfuttermittel für das Vieh: für Maultiere, Pferde, Rinder und Schweine,

[1] W. W. Talanow: Der Mais. 1925.

indem er Hafer, Gerste und andere bei uns übliche Futtermittel ersetzt[1]. Er wird manchmal in ganzen Kolben oder als Korn, entweder ganz oder geschrotet verfüttert. Zweitens ist der Mais das *wichtigste* Nahrungsmittel für den Menschen. Er wird von allen zu Nahrungszwecken verwendet: von Reichen und Armen, Schwarzen und Weißen. Er wird zu Mehl verarbeitet, aus dem Brot gebacken wird (cornbread), das seinem äußeren Aussehen nach unserem großen dicken Pfannkuchen ähnelt (was in Kleinrußland ‚Perepitschka' genannt wird). Dieses Brot ist die Grundnahrung der Bevölkerung, wie bei uns das Roggen- oder stellenweise das graue Weizenbrot. Ein echter amerikanischer Farmer weiß überhaupt nicht, was Roggenbrot ist; weißes Weizenbrot wird nur von den Stadtbewohnern gegessen. Auf dem Lande aber werden dem Maisbrot süße Weizenpfannkuchen (die hier ‚Biskuit' heißen) beigemengt, die dreimal am Tage, in der Mehrzahl der Fälle frisch gebacken, genossen werden, weil die ‚Biskuits', die am Morgen gebacken werden, zu Mittag schon beinahe steinhart sind. Manchmal fehlen die Biskuits; das cornbread fehlt aber nie. Schließlich werden aus dem Maiskorn eine ganze Zahl verschiedener Suppen bereitet, die an unsere Erbsensuppe erinnern" (A. E. Lubtschenko).

Zur *Brotherstellung* in unserem Sinne ist das Material wenig geeignet: Das Brot wird fest und leicht hart. Nicht selten wird zur Erhöhung der Porosität des Brotes zum Mais noch etwas Weizenmehl hinzugefügt; man muß aber mehr Weizenmehl nehmen als Maismehl (3 : 1 oder 2 : 1).

Das *Maismehl* zeigt, wenn es aus ganzen Körnern hergestellt wird, bei Aufbewahrung in großen Mengen Neigung zum Bitter- und Gelbwerden infolge seines hohen Fettgehaltes und der leichten Veränderlichkeit des Fettes. Deswegen werden bei gewissen Mahlmethoden die Keime entfernt (sie dienen zur Ölgewinnung), um für die Lagerung haltbareres Mehl zu gewinnen.

Viel öfter als Brot werden aus dem Maismehl *Speisen* hergestellt, die einem Brei ähnlich sind, wie die „Polenta" in Italien, „Mamalyga" in Rumänien und Beßarabien.

Mit der Ernährung durch Polenta und Mamalyga wird die Verbreitung einer schweren Krankheit, die unter dem Namen „*Pellagra*" bekannt ist, verbunden. Als äußere Anzeichen der Pellagra treten Hauterkrankungen auf, die sich besonders zum Frühjahr bemerkbar machen und am schroffsten an den Körperstellen auftreten, die der Einwirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt sind. Gleichzeitig aber wird auch eine Störung der Verdauung und ein fieberhafter Zustand beobachtet, was eine allgemeine Erschöpfung des Organismus und manchmal eine psychische Störung herbeiführt. Gewöhnlich wird von der Pellagra die arme Bevölkerung befallen, die sich ausschließlich vom Mais ernährt. Man nahm an, daß die Ursache in der ungenügenden Eiweißmenge, die bei der Ernährung mit Mais dem Organismus zugeführt wird, liegt, weil man annahm, daß ein erwachsener Mensch innerhalb von 24 Stunden 120—130 g Eiweiß erhalten müßte, bei 10 % Eiweiß im Mais aber entspricht das einer aufzunehmenden Menge von 1200—1300 g Maismehl in der einen oder anderen Form innerhalb von 24 Stunden, was fast unmöglich ist; gewöhnlich wird nur die Hälfte dieser Menge verzehrt. In Verbindung damit wird beobachtet, daß die Pellagra in Nordamerika und in Ungarn nicht auftritt, wo die sich von Mais ernährende Bevölkerung trotzdem eine vielseitigere Nahrung zu sich nimmt als in der Lombardei, wo 1,2 % der Bevölkerung an der Pellagra erkrankt ist. Aber ein ähnlicher oder ein noch größerer Eiweißmangel als beim Mais wird auch bei der ausschließlichen Ernährung mit Reis in Indien beobachtet, bei der Kartoffelvorherrschaft in Irland; jedoch ist dort die Pellagra nicht bekannt. Im übrigen ist die Ansicht über die Frage der Eiweißnorm in einer Umbildung begriffen.

Andere sahen als Krankheitsursache die große Pilzanfälligkeit des unausgereiften oder nicht ausgetrockneten Maises (Aspergillus) an, deren Umsatzstoffe bei der ausschließlichen Ernährung mit Mais das Auftreten chronischer Vergiftungen hervorrufen, die mit dem Sammelnamen Pellagra benannt werden. Heute aber neigt man immer mehr bei der Er-

[1] Bei der Rindermästung wird der Mais am zweckmäßigsten in gebrochenem Zustande verfüttert, wobei oft der ganze Kolben zusammen mit der Kolbenspindel gebrochen wird.

klärung der Pellagra zu der Annahme, daß im Mais einige Substanzen (Vitamine) fehlen oder man sieht die einseitige Zusammensetzung des Maiseiweißes als den Grund an[1].

Außer zu Speise- und Fütterungszwecken dient das Maiskorn auch als Material für eine ganze Reihe technischer Erzeugnisse, wie zur Gewinnung von Stärke, Dextrin, Glukose, Spiritus. Die bei der Herstellung des Mehles entfernten Keime liefern Öl, das teils zu Speisezwecken, teils zur Herstellung von Farben und zu anderen technischen Zwecken verwandt wird (u. a. wird in Amerika daraus ein Gummisurrogat hergestellt). Aus den Stengeln und den Lieschblättern der Kolben werden verschiedene Zellulosearten hergestellt usw.

Wie sehr eine richtige Wahl der Maissorte den Erfolg der technischen Erzeugnisse, die auf der Verarbeitung des Maises beruhen, beeinflußt, zeigt der Vergleich dreier Sorten, der im Laboratorium der Wolga-Stärke-Sirupfabrik durchgeführt wurde und zu folgenden Ergebnissen geführt hat:

„*Ivory-King* ist die beste Maissorte zur Stärkeherstellung. Sie wird schneller weich, läßt sich leichter zerkleinern, enthält weniger Eiweiß und hat ein dünneres Eiweißgerüst, das sich leichter von der Stärke trennen läßt. Ivory-King-Mais besitzt keine Hornschicht, liefert weniger Asche und ist sehr reich an hochwertiger Stärke. Er enthält weniger Extraktstoffe, die sich noch dazu leichter entfernen lassen.

Minnesota Nr. 13-Mais ist durch seinen größeren Stärkegehalt, geringeren Eiweißgehalt und durch seine Fähigkeit, schnell weich zu werden, besser als die von der Fabrik benutzten kaukasischen Sorten. Ein Nachteil ist die gelbe Farbe seiner Stärke, was auf die Farbe der endgültigen Stärkeprodukte einwirken muß.

Der *Gruschewo*mais läßt sich besser weichen als die kaukasischen Sorten, besitzt aber eine mächtige Hornschicht, weswegen er sich schwerer zerkleinern läßt. Er hat ein dichtes Eiweißgerüst, das sich relativ schlecht zerkochen läßt. Sein Stärkegehalt ist etwas höher als derjenige der kaukasischen Sorten, aber seine Stärke ist gelb gefärbt. Im großen und ganzen kann diese Sorte in der Stärkeverarbeitung weder mit den beiden erstgenannten Sorten konkurrieren noch mit dem weißen kaukasischen Mais, der sich viel leichter verarbeiten läßt und eine bessere Stärke liefert."[2]

Zur Grünfuttergewinnung wird der Mais dichter gesät als zur Körnergewinnung und bisweilen Streifensaat angewendet, wobei Reihenabstände von 50 und 16 cm abwechseln und nur die ersteren gehackt werden. In Ungarn wird manchmal sogar zu diesem Zweck eine dichte Breitsaat durchgeführt oder es werden sämtliche Reihen in einer Entfernung von 16—20 cm gedrillt und nicht gehackt, sofern nicht der Pferdezahn sondern der kleinere Cinquantino und der gelbe ungarische Mais angebaut werden, die bereits gemäht werden, wenn die Pflanzen 1 m Höhe erreicht haben. In Rußland wird für die Trockengebiete und für verunkrautete Böden empfohlen, den Futtermais mit Reihenentfernungen von 26—35 cm zu säen, 90 kg Saatgut der Zahnmaissorten (Leaming) zu verwenden und einmal zu hacken (Talanow).

Gewöhnlich aber wird der Futtermais mit der Sense oder einer Maschine nach der Ausbildung der männlichen Rispen geerntet. Die grüne Masse wird entweder unmittelbar verfüttert (wenn dem Bedarf entsprechend gemäht wird) oder zuerst zu Heu gemacht (sie trocknet schwer) oder aber sie wird eingesäuert. Die pferdezahnähnlichen Sorten liefern eine große Masse, die bernsteinähnlichen aber ein zarteres und saftigeres Futter.

Um Heu zu machen und aufzubewahren, was nur in trockenem Klima möglich ist, muß man sich besonderer Trockenmaßnahmen bedienen. So kann man die abgeschnittenen und angetrockneten Stengel in große konische Hocken zusammenstellen, unten mit Zwischenräumen, um die Luftzirkulation zu erleichtern. Weil die saftigen Stengel schwer trocknen, so werden sie lieber eingesäuert. Diese Methode wird vor allem in Ungarn und in den Vereinigten

[1] Genaueres siehe bei Stepp und György: Avitaminosen und verwandte Krankheiten. 1927.

[2] Siehe Z. Nahrungsind. **1925**, Nr 4—5.

Staaten geübt, wobei in Ungarn in Gruben, in Amerika aber in Silotürmen, die aus verschiedenem Material gebaut werden (Stein, Eisen, Holz, Dachpappe in den verschiedenen Verhältnissen[1]), eingesäuert wird.

Die Maiserträge schwanken sehr stark je nach der Sorte und nach den Verhältnissen der betreffenden Gegend. So wird in Beßarabien ein Ertrag von 18—30 dz als Durchschnittsernte angesehen (der tatsächliche mehrjährige Durchschnitt ist aber niedriger); im Staate Illinois aber, für den der Maisbau typisch ist, wurden auf der Versuchsstation als 4jähriger Durchschnitt 50 dz Korn je Hektar erzielt. Als höchster bekannter Ertrag wird in Amerika die Zahl von 165 dz angeführt.

Bei der Mitteilung dieses Ertrages, der von einer kleinen Fläche während eines Wettbewerbes anfiel und offiziell registriert wurde, wird gewöhnlich die Frage nicht aufgeworfen, wieviel *Wasser* zur Bildung eines solchen Ertrages erforderlich war, ob nicht eine künstliche Berieselung außer der reichen Düngung angewandt wurde.

In Wirklichkeit aber beträgt der allgemeine Durchschnitt für die Vereinigten Staaten nur etwa 15 dz, für Italien 13,5 dz, Rumänien 12 dz. Immer ist der 10jährige Durchschnitt für das ganze Land nach den statistischen Angaben viel niedriger als die Erträge, welche die Landwirte dieses Landes als Durchschnitt *ansehen* — diese letzteren Durchschnitte lassen sich nur in den besten Wirtschaften erreichen.

An Grünfutter liefert der Mais je Hektar gewöhnlich 225—450 dz.

20. Reis.

Der *Reis* (Oryza sativa) gehört zu den wichtigsten Getreidearten der Erde (neben Sorghumhirse, Mais und Weizen) nach der Bevölkerungszahl, für die er als Hauptnahrungsmittel dient. Der Anbau von Reis ist vor allem (zwei Drittel des gesamten Reis) in Asien zwischen dem Äquator und dem 45.° n. Br. verbreitet: Ostindien, China und Japan[2]. Der beste Reis wird aber in Amerika erzeugt. In Südeuropa wird er in Spanien, Italien, Griechenland und in der Türkei angebaut, in Rußland, in Transkaukasien, Turkestan und im Ussurigebiet. Ohne die Sorten, deren es außerordentlich viele gibt, näher zu beschreiben (so werden z. B. allein auf der Insel Ceylon etwa 160 Reissorten gezählt), wollen wir vor allem zwei Hauptgruppen dieser Sorten feststellen: Den *Gebirgsreis* (Bergreis) und den *Sumpfreis* (Wasserreis). Der Name „Sumpfreis" ist nicht ganz richtig, weil der Reis das Sumpfwasser nicht verträgt, sondern fließendes Wasser verlangt. Der *Gebirgsreis* oder Trockenreis gedeiht auch ohne Überschwemmung des Landes, er begnügt sich mit dem Regen (wenn dieser reichlich anfällt), verlangt aber gleichzeitig eine gewisse Feuchtigkeit der Atmosphäre; er ist weniger wärmeanspruchsvoll als der Sumpf- (Wasser-) Reis, dafür aber weniger ertragsreich; er liefert ein Produkt von nicht so hoher Qualität. Die morphologischen Unterschiede der Sorten beider Gruppen entsprechen nicht diesem wichtigen Unterschied im Anbau. Diese Unterschiede können in der Färbung der Spelzen (hell oder braunrot), in dem Vorhandensein oder Fehlen der Grannen, in der verschiedenen Färbung der Grannen, die sich in der Färbung manchmal von den Spelzen unterscheiden, bestehen. Dazu kommt noch der Unterschied in der Ertragsfähigkeit, in der Länge der Vegetationsperiode, die verschiedenen Ansprüche an die Wassermenge, ein verschiedener Quellungsgrad der Körner beim Kochen usw.[3]

---

[1] Näheres siehe bei Brunst: Der Mais und sein Anbau. 1909; und in anderen früher genannten Werken.

[2] In Japan nimmt der Reis stellenweise etwa 50 % der bebauten Fläche ein.

[3] Die Beschreibung der wichtigsten Sorten Transkaukasiens und Turkestans siehe bei Batalin: Die Varietäten des Reis. — Rolow: Der Reis in der landwirtschaftlichen

Außer Oryza sativa kann man noch eine Art erwähnen: Oryza glutinosa (*Klebreis*), die dadurch charakterisiert wird, daß ihre Körner beim Kochen nicht ganz bleiben wie beim gewöhnlichen Reis, sondern zerfallen, indem sie eine sehr dehnbare, teigartige Masse bilden. Diese Art wird in China, Japan und Java angebaut. Bei technischer Verarbeitung geht dieser Reis gewöhnlich in die Brennerei, während der gewöhnliche zur Stärkegewinnung dient.

Nachfolgend sind die hauptsächlichsten Reisarten zusammengestellt, die bei uns vorkommen (nach BATALIN, aber etwas gekürzt):

Nr.	Spelzen	Grannen	Varietas
	A. Ährchen unbegrannt, weißes Korn.		
1	strohgelb	—	italica
2	braun	—	cinnamomea
	B. Ährchen begrannt, weißes Korn.		
3	strohgeld	strohgelb	vulgaris (a, b, c)[1]
4	strohgelb	braunrot	erythroceros
5	strohgelb mit roten Flecken	hellrostfarben	rubescens
6	strohgelb	dunkel braunviolett	ianthoceros
7	braun	braun	amaura
8	schmutzig braun	dunkel(braunviolett)	brunnea
	C. Ährchen begrannt, rotes Korn.		
9	strohgelb	strohgelb	pyrocarpa
10	strohgelb	braunviolett	Desvauxii
11	sepiafarben, matt	sepiafarben, matt	caucasica

In Turkestan, wo die Reisanbaufläche 19500 ha beträgt, sind die Reissorten unter folgenden Namen verbreitet: 1. *Arpaschaly* (er heißt auch Bugdai-Schaly in Kaschgar), der Gerstenreis, frühe Sorte, vorherrschend Vulgarisart „b", mit verschieden hohem Besatz an anderen Arten, wie es in den Wirtschaftssorten üblich ist. Diese Sorte herrscht z. B. im Gebiete Serawschansk vor. 2. *Ak-Schaly* (weißer Reis) vorherrschend Vulgarisart „a", mit bedeutendem Besatz von Beimengungen, die auf den Geschmack des Reis in günstigem Sinne einwirken können; späte Sorte. 3. *Kara-Schaly* (schwarzer Reis) besteht aus den Arten der Var. caucasica, liefert eine rosa Graupe, die von den Eingeborenen sehr geschätzt wird. 4. *Kyrmysy*, eine frühe Sorte, die in China und Buchara verbreitet ist, besteht hauptsächlich aus Var. rubra, hat rote Spelzen und Grannen, das Korn ist farblos. Außerdem kommen in den Tälern der Flüsse Tschirtschik und Angren vor die Sorten *Dschaidary* (Landsorte), vorherrschend Var. erythroceros, und *American-Schaly*, aus China exportiert, vorherrschend var. vulgaris (c). In Dschetyssu sind die grannenlosen Sorten verbreitet, wie z. B. Kara-Kunur, frühe Sorte, die hauptsächlich aus Var. italica besteht, usw.[2].

Ebenso gibt es auch in Transkaukasien, wo die Reisanbaufläche 55000 ha überschreitet, eigene Reissorten, wie Akula, die Var. brunnea und rubescens enthält; Wilgidschiri (erythroceros, amaura u. a. m.); Tschelai (erythroceros und italica), Kara-Kyltschik (späte Sorte, enthält Var. Desvauxii, ianthoceros usw.). Aber bei näherer Untersuchung stellte sich heraus, daß die örtlichen Namen der botanischen Zusammensetzung dieser Sorten nicht entsprechen; so gibt es „Tschelei" bald mit dominierender erythroceros, bald mit dominierender rubescens usw. und umgekehrt können Sorten mit derselben dominierenden Form verschiedene Namen haben. Daraus folgt aber noch nicht, daß diese örtlichen Wirtschaftssorten unbedingt eine zufällige Mischung von in jeder Hinsicht verschiedenen Formen dar-

---

Enzyklopädie. — ANDRONNIKOW: Sammlung der Angaben über die Kulturen im Kaukasus. — Siehe ebenfalls: MELIK-SARKISJAN: Die Kultur des Reises im Ferganagebiet. — TARATYNOW: Jahresschrift 1907. — DOSPEWSKY: Erforschung und Beschreibung der Kultur in Italien und bei uns. Plowdiw 1912 (eine Monographie in bulgarischer Sprache, für den russischen Leser jedoch verständlich).

[1] a hat ein rundes, dickes, mattes Korn, b ein langes, flaches, durchsichtiges, c ein Korn mittlerer Größe, die Halmknoten sind dunkel gefärbt.

[2] Näheres siehe in der Arbeit von UKLONSKAJA: Arb. angew. Bot. 14 (1924). — Ferner MELIK-SERKISSJAN; hier finden wir angegeben, daß in Turkestan ein roter Reis „Kysyl Schaly", der var. Desvauxii enthält, angebaut wird.

stellen. Diese Mischung kann gemeinsame physiologische Eigenschaften besitzen, die durch die unwillkürliche Auslese entstanden sind (z. B. Frühreife, Verhalten zum Wasser usw.), bei der alle Formen, die biologisch den betreffenden Verhältnissen nicht angepaßt waren, ausfielen. Aber eine morphologische Auslese fehlte. Deswegen können diese Sorten trotz der morphologischen Buntheit bestimmte Wirtschaftstypen darstellen (wenn man die Zufälle ausschließt, die durch das Durcheinander der Namen entstehen), die oft eine nähere Erforschung verdienen[1].

Gewöhnlich nimmt man an, daß der Sumpfreis zu seiner Entwicklung 4—6 Monate gebraucht bei einer Wärmesumme von 3500—4500° C während der Vegetationsperiode (KÖRNICKE-WERNER). In Baku haben wir eine Wärmesumme von Mai bis Oktober einschließlich von 4019° C, in Erivan 3792° C, in Tokio 3798° C, Nagasaki 4096° C.

Jedoch haben sich diese Angaben westeuropäischer Autoren als unvollständig herausgestellt, und zwar besitzt man in Turkestan und in Japan frühreifere Sorten, die bei geringeren Wärmesummen gedeihen. So wurden z. B. bei den Versuchen in der Hungersteppe im Jahre 1924 folgende für die Turkestansorten charakteristischen Zahlen gewonnen:

	Vegetationsperiode Tage	Wärmesummen Grad
Ak-Schaly, Dschaidary und Kara-Schaly	113	2591
Arpa-Schaly	106	2479
Kyrmysy	95	2300
Kara-Kunur	90	2161[2]

Im Zusammenhang mit der Auswahl geeigneter Rassen trifft man auf Veränderungen der nördlichen Grenzen des Reisbaues. So erfolgte im Ussurigebiet in der Nachkriegszeit (1918 und später) eine *unvorhergesehene Ausdehnung des Reisbaues nach Norden*. Während man früher annahm, daß man nur im südlichsten Teil dieses Gebietes mit einer genügenden Wärmemenge rechnen dürfte, drang der Reisbau im Verlauf von etwa 5 Jahren von Wladiwostok bis zum 48. Breitengrad vor, indem er sich nach der japanischen Besetzung durch die koreanischen Pächter ausdehnte. Die Erklärung hierzu liegt teilweise darin, daß früher der Vergleich des Klimas des Ussurigebietes mit dem der entsprechenden Breiten Europas ungenau geführt wurde; d. h. man unterschätzte die weit höhere Sommertemperatur als Temperatur, die der allgemeinen Vorstellung über das Klima nach den Jahrestemperaturdurchschnitten entspricht, wenn man nach europäischem Maßstab urteilt; die Hauptursache aber liegt offenbar darin, daß die koreanischen Pächter Reissamen aus den nördlichsten Teilen Japans besaßen[3]. Für die Einwirkung der Sortenwahl spricht der Umstand, daß die Wärmesumme während der Vegetationsperiode in Nowo-Ussuriisk nur 2535° C, in Wladiwostok 2965° C beträgt, also weit geringer ist, als die europäischen Autoren für den Reis angeben. Außerdem spricht die botanische Zusammensetzung der Reissaaten des Ussurigebietes für eine einheitliche Herkunft des von den Koreanern eingeführten Saatgutes; in diesem herrscht eine frühreife Rasse vor, die zu der Var. erythroceros gehört. Die Fläche des in Zukunft im Ussurigebiet möglichen Reisbaues wird von verschiedenen Autoren auf 200000—500000 ha geschätzt, vorläufig beträgt sie aber erst 16500 ha. Diese Ausdehnung des Reisbaues im Ussurigebiet steht im Zusammenhang mit der erhöhten Reisnachfrage in Japan, wo der Reis

[1] Siehe BRZESICKI und GUSCHTSCHIN: Über den Reis von Aserbeidschan und Persien. Arb. angew. Bot. u. Saatzucht 16 (1926).

[2] Siehe die obengenannte Arbeit von UKLONSKAJA.

[3] Wahrscheinlich war dies ein koreanischer Nachbau der in Nordjapan gezüchteten frühreifen Sorten. — Siehe PANTSCHENKO: Der Reisbau im Küstengebiet des Stillen Ozeans. Angew. Bot. 14 (1924).

die Ernährungsbasis bildet; und dabei ist Japan bereits stark übervölkert. Auf jeden Kopf der Bevölkerung entfällt ein Fünftel Hektar als Saatfläche. Von der gesamten bebauten Fläche entfallen 72,5% auf Körnerfrüchte, die der Volksernährung dienen, davon 43% auf Reis. Bei dem allgemeinen Landmangel kann die weitere Ausdehnung der Reisanbaufläche und die Hebung der Reiserträge dem Bevölkerungszuwachs nicht folgen, deswegen muß immer mehr und mehr Reis eingeführt werden. Es folgt die Verteilung der *Anbauflächen der wichtigsten Feldfrüchte Japans* im Jahre 1920:

Reis	Weizen	andere Körnerfrüchte	Industriepflanzen	Summe der Anbauflächen
30046	5310	1428	19385	70970 qkm

Weil die Verschiebung des Reisbaues nach Norden bis zum 48. Breitengrad im Ussurigebiet dafür spricht, *daß in der benachbarten Mandschurei die Fläche des möglichen Reisbaues ebenfalls viel größer ist als früher angenommen wurde*, so ist begreiflich, daß das Interesse Japans, dessen Volksernährung auf Reis basiert, für diejenigen neuen Gebiete ständig wächst, mit deren Hilfe es die Ernährung seines Volkes in der gewöhnten Form sicherstellen kann[1].

Während wir von den klimatischen Verhältnissen sprachen, unter denen der Reisbau möglich ist, haben wir die ganze Zeit nur die Temperatur im Auge gehabt und nicht die *Niederschläge*, die für den Sumpfreis keine Bedeutung haben. Für den Gebirgsreis aber haben gerade die Niederschlagsmenge und die Luftfeuchtigkeit Bedeutung; dementsprechend finden wir in Transkaukasien im Osten, im trockenen Klima von Aserbeidschan, den Sumpfreisanbau und umgekehrt im Westen, im feuchten Adscharistan, den Anbau von Gebirgsreis.

Der Reis kann auf sehr verschiedenen *Böden* angebaut werden, jedoch gestatten die bindigeren Böden mit geringeren Wassermengen und auch mit weniger Dünger auszukommen infolge geringerer Verluste durch Sickerwasser; diese Verluste steigen stark auf sehr durchlässigen Böden wie Sand. Andererseits aber eignen sich stark versumpfte und Torfböden zum Reisbau genau so wenig wie salzhaltige Böden, wenn sie nicht vorher durch genügenden Wasserzufluß entsalzt werden können.

Der Reis wird oft auf *besonderen Plantagen* ohne Fruchtfolge angebaut. Diese Methode hat das Gute, daß sich die Ausgaben für Errichtung der Längswälle und Dämme auf eine große Zahl von Jahren verteilen; aber bessere Erträge erhält man, wenn der Reis in regelrechter *Fruchtfolge* angebaut wird. So wird z. B. in Italien, in der Nähe von Mailand, folgende Fruchtfolge angewandt: gedüngter Mais — Weizen — Inkarnatklee — und dreimal Reis. Bei Verona: Reis — Mais — Weizen — Klee, oder in der Umgebung von Pavia: Weizen — 2jährige Futterpflanzen — Mais — Reis — Mais. Bei uns werden für Transkaukasien folgende Fruchtfolgen angegeben[2]: 1. Gemüse (Cucurbitaceen) — Baumwolle, 2.—4. Reis, 5. Luzerne (außerhalb der Fruchtfolge). Ferner: 1. Brache, 2. Weizen, 3. Gemüse (Cucurbitaceen), 4. Reis, 5. Reis. Oder: Reis, Weizen usw., mit Luzerne außerhalb der Fruchtfolge.

In Turkestan wird der Reis oft so lange ohne Fruchtwechsel angebaut, bis seine Erträge zu sinken beginnen. Dann wird das Feld tief umgepflügt, mit

[1] In extensiven Wirtschaften wird der Reisbau recht primitiv betrieben. „In der ersten Zeit erfolgte die Einsaat in gepflügten Boden; in letzterer Zeit wird immer mehr in unberührten Urboden gesät. In diesem Fall wird das Feld nach der Errichtung der Dämme mit Wasser überschwemmt, das nach einigen Tagen wieder abgelassen wird. Das aufgelaufene Gras wird gemäht, und das Feld erneut überschwemmt. Wurzeln, Halme und Gräser sterben nach 8—10 Tagen ab und das Feld gilt als reisanbaufähig" (Pantschenko).

[2] Siehe Rolow: Der Saatreis. Enzyklopädie von Devrient.

Stallmist gedüngt und 3—4 Jahre mit Getreide, bisweilen Zuckermelonen, bebaut, worauf wieder Reis folgt[1].

In den tropischen Ländern ist die Intensität der Kultur oft noch größer. Es gelingt dort oft, zwei Reisernten im Jahre zu erzielen, auch sogar beim Sumpfreis. So wird z. B. auf der Insel Formosa der Boden unter Brache gehalten und im Laufe der Monate Januar und Februar gedüngt; im März wird gesät, im Juni zum erstenmal geerntet und dann das Feld mit Reisstecklingen bepflanzt (der Reis verträgt das Verpflanzen gut). Im Dezember erfolgt die zweite Ernte; außerdem gelingt es manchmal, zwischen den beiden Reissaaten irgendeine Frucht zur Gründüngung oder als Grünfutter einzuschalten (im Dezember oder Januar). Schwemmt das Wasser Schlamm an und geben die Leguminosen als Zwischenfrucht Stickstoff ab, so wird dadurch die Frage der Bodenermüdung und der Notwendigkeit der Düngung bei dem so bodenerschöpfenden Reisbau hinausgeschoben.

Die Reisfelder, die gewöhnlich in tiefgelegenen Stellen, an flachen Flußufern angelegt werden, um das Wasser aus diesen Flüssen und aus anderen Wasserbehältern bequemer zuleiten zu können, werden auf verschiedene Art vorbereitet. Am häufigsten wird folgendes System angewandt: Das Feld wird in mehr oder weniger große Feldstücke geteilt (bis zu $^1/_2$ ha) durch Errichtung eines Netzes von Längsdämmen und kleineren Querdämmen, wobei die ersteren, je nach der Anzahl der Jahre, die der Reis auf demselben Platz angebaut werden soll, für mehrere Jahre errichtet werden, die letzteren dagegen werden alljährlich bei der Herbstbearbeitung errichtet. Diese Querdämme werden in verschiedenen Abständen, je nach dem Gefälle des Geländes, angebracht. Je mehr sich die Feldoberfläche der Waagerechten nähert, um so seltener werden die Dämme verteilt, weil unter diesen Verhältnissen selbst bei langen Feldstreifen der Unterschied der Wasserschicht an den verschiedenen Punkten unbedeutend ist, und umgekehrt, je geneigter die Gegend, je größer infolgedessen ihr Gefälle ist, um so dichter werden die Querdämme gezogen, weil nur in kurzen Abständen das Wasser ungefähr gleichmäßig hoch an den oberen und unteren Punkten dieser Fläche stehen kann. Die Öffnungen, die in den Querdämmen zum Durchfluß des Wassers aus einer Abteilung in die andere gemacht werden, werden an verschiedenen Stellen dieser Dämme angebracht (bald am rechten, bald am linken Längsdamm), um ein Stehenbleiben des Wassers nach Möglichkeit zu vermeiden. Auf den großen Reisflächen Amerikas wird das beschriebene System oft dadurch ergänzt, daß für eine Verbindung aller Abteilungen miteinander das Reisfeld von einem Netz größerer Wasserkanäle durchzogen wird, das gleichzeitig auch die Fortbewegung in Kähnen auf der Plantage ermöglicht. Die Bodenbearbeitung erfolgt im Herbst. In Richtung der Längsdämme werden die von jenen begrenzten Bodenstreifen gepflügt oder mit Handgeräten gelockert; in letzter Zeit fängt man in Amerika stellenweise an, auch zu Reis eine Dampfbearbeitung anzuwenden, die als günstiger Ersatz der Pferdearbeit erscheint, bei welcher die Pferde stark einsinken. Darauf werden die Querdämme errichtet, was übrigens auch oft im Frühjahr geschieht. Im Frühjahr werden die Feldstücke geeggt, wonach sie zur Anfeuchtung des Bodens und um das System auszuproben, mit Wasser überschwemmt werden. Nach dem Ablaufen des Wassers wird der nasse Schlamm entweder mit Reissamen einfach überstreut; Reihensaat und Pflanzen sind weniger üblich. Danach wird das Feld durch Aufrühren des Schlammes mit diesem bedeckt, was z. B. mit einem besonderen Brett ausgeführt wird („Perschkel" im Kreise Lenkoran), das von einem Pferd gezogen wird,

[1] Melik-Sarkisjan: Der Reisbau im Ferganagebiet. 1904.

oder auf irgendeine andere Art. So werden in Transkaukasien manchmal für die Bodenvorbereitung zur Saat und für die Samenunterbringung Büffel auf die Feldstücke getrieben, welche die Samen in den Schlamm eintreten. Oft werden die Samen in fließendem Wasser vorgequollen (vier und mehr Tage).

Der Reisbau durch *Verpflanzen* ist mehr in Asien üblich, die direkte Einsaat dagegen in Italien, USA, Ägypten und bei uns in Transkaukasien, im Turkestan und im Ussurigebiet (Ausnahmen kommen vor z. B. im Kreise Lenkoran).

Beim Anlegen des Pflanzbeetes wird in Transkaukasien folgendermaßen verfahren (nach Rolow): Die Grasschicht wird gleichmäßig abgenommen und dadurch eine Vertiefung des Bodens von 20 cm hergestellt. Dadurch entsteht ein kleines Bassin, dessen Boden mit einer teigartigen Masse aus Stallmist und feiner Erde ausgeschmiert wird. Auf den geglätteten Boden wird Wasser gelassen und sehr dicht breitwürfig gesät, wobei man auf 1 ha 45—60 kg rechnet, anstatt 150—180 kg bei unmittelbarer Saat. Nach dem Auflaufen läßt man das Wasser ab und zu ab, um Luft und Wärme zuzulassen. Das Verpflanzen ins Feld erfolgt 5—7 Wochen nach der Saat, wenn die Pflanzen 12—15 cm groß sind. Die Stecklinge werden mit der Schaufel in Schichten abgenommen, in kleine Klümpchen zerteilt, in Körbe gelegt und aufs Feld gefahren, wo sie im Rechteckverband gepflanzt werden[1].

In der ersten Zeit, solange die jungen Pflanzen noch nicht genügend Wurzel gefaßt haben, wird entweder gar nicht oder nur sehr wenig Wasser gegeben. Nach festem Wurzelfassen aber werden die Feldstücke überschwemmt, wobei der Wasserspiegel allmählich gehoben und ungefähr bis zur Höhe von 30 cm gesteigert wird[2]. Zur Blütezeit wird das Wasser wieder abgelassen, zur Zeit der Körnerausbildung werden die Felder wieder überschwemmt und schließlich wird das Wasser vor der Reife, die ohne Wasser verlaufen muß, wieder abgelassen. Die Pflege des Reis besteht im Jäten des Unkrautes, was teilweise von den Dämmen aus ausgeführt wird, teilweise aber innerhalb der Abteilungen, indem man bis zum Knie und noch tiefer im Wasser steht. Die Reisunkräuter sind vorzugsweise Wasserpflanzen: am häufigsten werden Lythrum, Potamogeton u. a. angetroffen. Besonders gefährlich aber sind die Gräser, die in erster Zeit schwer vom Reis zu unterscheiden sind, so z. B. der Reisquecke, Leersia oryziodes und Panicum Crus galli. Gewöhnlich kommen auch vor: Panicum graecum, Alisma Plantago, Arundo Donax, Butomus umbellatus, Scirpus mucronatus, die Arten Eleocharis und Carex (vor allem Carex vesicaria). Von den tierischen Schädlingen sind schädlich: Apus cancriformus, Nepa cinerea u. a.

In einigen Gebieten des Transkaukasus, die über reichen Waldbestand verfügen, wie z. B. der Kreis Lenkoran, werden die Reisfelder, die an den Waldrändern gelegen sind, oft von Wildschweinen überfallen. In diesen Gegenden wird eine besondere Reissorte gebaut — „Dochgusobogan" (d. h. „Schweinewürger"), da ihre groben Rispen mit gebogenen Grannen die Eigenschaft besitzen, in den Verdauungsorganen einen Klumpen zu bilden, wodurch der Tod des Tieres hervorgerufen werden kann und die Wildschweine zwingt, diese Reisefelder zu meiden[3]. Außerdem wird der ausgereifte Reis manchmal von Mäusen beschädigt. Um sie zu bekämpfen, muß man die Felder erneut überschwemmen.

Bei der *Reisernte*, zu welcher das Wasser 1—2 Wochen vorher abgelassen wird, wird verschieden verfahren: entweder werden nur die Rispen (was seltener vorkommt) oder die Stengel in halber Höhe abgeschnitten (die hohe Stoppel erleichtert das Trocknen der auf ihr liegenden Garben); oder aber es wird wie gewöhnlich geerntet, indem die Stengel unten abgeschnitten und dann auf die Dämme des Feldstückes gelegt werden. Nach dem Trocknen werden sie in Garben gebunden und in Hocken gestellt. In Transkaukasien verwendet man zum Dreschen außer dem Flegel (und Tieren) auch das „Dreschbrett", in dessen

[1] Siehe Devrient: Reisanbau. Enzykl. 8.

[2] Die Höhe des Wasserspiegels wird je nach der Entwicklung der Pflanzen verändert (von einhalb bis zwei Drittel der Stengelhöhe).

[3] Rolow: a. a. O.

Unterseite Feuersteine eingelassen sind. Vor ein solches Brett werden Büffel gespannt; bei der Bewegung über den ausgebreiteten Reis wird dieser gedroschen, wobei das Korn nach dem Abharken der Stengel auf dem Boden liegenbleibt.

Als gut werden die *Erträge* angesehen, wenn sie beim Sumpfreis 60 dz/ha erreichen; beim Gebirgsreis sind sie bedeutend niedriger. Obgleich die Ernte zu 80% aus Körnern besteht und die Spelzen nur 20% ausmachen, so ist beim Übergang vom Reis zur Graupe der Verlust doch größer, weil mit den Spelzen auch noch die Keime, die äußeren Kornschalen und das Bruchkorn abgehen, wobei diese Abfallprodukte Futtermehl liefern. Der Unterschied in der Zusammensetzung des Reis mit und ohne Schalen wird durch folgende Durchschnittszahlen erläutert:

	Eiweiß %	N-freie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Fett %	Asche %	Wasser %
Ungeschälter Reis . .	5,5	75,5	4,4	0,2	0,4	14,0
Geschälter Reis	8,0	76,0	1,1	0,5	0,7	13,7

Diese Angaben sind Durchschnittszahlen aus den Analysen *verschiedener* Warenmuster von geschältem und ungeschältem Reis. Die Analyse *ein und derselben* Reisprobe in ungeschältem und geschältem Zustande muß einen etwas höheren Stärkegehalt zugunsten der geschälten Ware ergeben.

21. Buchweizen.

(Gehört nicht zu den Halmfrüchten.)

Der Buchweizen, Polygonum Fagopyrum L. (aus der Familie der Polygonaceae) ist in der Kultur die jüngste Körnerfrucht. Seine Heimat ist Asien, woher er offenbar durch die Mongolen nach Europa gebracht wurde, weil er bis zum 13. Jahrhundert in Deutschland z. B. noch völlig unbekannt war. In Sibirien kommt auch heute noch eine Buchweizenform (tatarischer Buchweizen) wildwachsend vor.

Man unterscheidet mehrere *Buchweizenformen*, und diese werden wiederum in 2 Gruppen eingeteilt:

1. *Formen mit rosa Blüten*, wohin 2 Arten gehören: *der gewöhnliche Buchweizen* (Polygonum Fagopyrum esculentum) und *der geränderte, japanische Buchweizen* (Polygonum Fagopyrum emarginatum).

2. *Formen mit grünlichgelben Blüten*, zu denen der *tatarische Buchweizen* (Polygonem Fagopyrum tataricum) und Polygonum Fagopyrum rotundatum zu rechnen sind. Die Frucht sämtlicher Buchweizenarten ist *dreikantig*. Der gewöhnliche Buchweizen besitzt dreikantige Nüßchen mit flachen Kanten, die geflügelt und ungeflügelt sein können; deswegen unterscheidet man einen geflügelten und ungeflügelten gewöhnlichen Buchweizen. Der erstere wird hauptsächlich im Osten, der andere im Westen angebaut. Zum ungeflügelten Buchweizen gehört eine im Westen sehr beliebte Sorte mit kleinen hellgefärbten Nüßchen — der *silbergraue oder schottische Buchweizen*. Der Unterschied zwischen diesen Sorten äußert sich auch im Hektolitergewicht der Samen; der geflügelte Buchweizen liefert leichteres Korn als der silbergraue, bei dem das Gewicht eines Hektoliters Körner infolge des Fehlens der Flügel größer ist. Der gesäumte Buchweizen besitzt ebenfalls dreikantige Nüßchen, aber mit größeren Flügeln als bei der vorhergehenden Art, die außerdem gewöhnlich noch beschnitten sind. Der zur zweiten Gruppe (grünlichgelb) gehörende *tatarische* Buchweizen („Kerlyk" und „Wildling" in Sibirien) hat geringere Bedeutung, weil er kleinere und dickschaligere Früchte ausbildet. Es wird berichtet, daß der tatarische Buchweizen in Sibirien bei einmaliger Aussaat mehrere Jahre hintereinander geerntet wird.

Dies deutet offenbar auf die Fähigkeit der Pflanze hin, sich durch Selbstaussaat zu vermehren — ein Zeichen dafür, daß sie den wildwachsenden Pflanzen nahesteht (als Wildform erscheint dieser Buchweizen auch in einigen Gegenden Sibiriens). Die Frucht des tatarischen Buchweizen zeigt runzlige Kanten. In der Mitte jeder Kante verläuft eine Furche; Flügel sind nicht vorhanden — sie sind durch wellenförmig gesäumte Rippen ersetzt.

Bei *Polygonum Fagopyrum rotundatum* sind die Kanten vertiefter, die Rippen dagegen weniger gezackt. Eine Übergangsform ist der *Roggenbuchweizen* (so genannt wegen der Ähnlichkeit des grauen länglichen Kornes mit dem Roggenkorn), bei welchem die Kanten weniger runzlig sind als beim tatarischen, aber stärker als bei Polygonum Fagopyrum rotundatum; die Rippen des Roggenbuchweizens haben nur eine Vertiefung in der Mitte. Polygonum Fagopyrum rotundatum besitzt eine noch geringere Bedeutung als der tatarische Buchweizen. Er wird auch oft „japanischer Riesenbuchweizen" genannt, aber der Name „japanisch" wird verschiedenen Pflanzen zugelegt: die einen benennen damit den gewöhnlichen geflügelten Buchweizen (den östlichen), die anderen wieder (fälschlicherweise) Polygonum sachalinense, der keine Körnerfrucht ist.

Die Früchte des Buchweizens dienen hauptsächlich zur *Graupen*herstellung. In Westeuropa (und seltener bei uns) werden sie zu Mehl gemahlen, aus dem dann Pfannkuchen gebacken werden (Bretagne). Zur Herstellung von Graupen werden die Früchte geschält, d. h. die Schalen werden auf die eine oder andere Art entfernt; danach bleiben die Körner entweder ganz oder sie werden in größere oder kleinere Teile gespalten. Nach der Zusammensetzung des Kornes steht der Buchweizen dem Getreide nahe. Im Durchschnitt enthält das ungeschälte Korn:

Wasser	N-haltige Substanz	Fett	N-freie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
%	%	%	%	%	%
12,8	10,0	1,8	60,0	13,7	2,1

Im geschälten Korn ist die Eiweiß- und Kohlenhydratmenge die gleiche wie beim Getreide. Der Rohfasergehalt ist sogar niedriger als bei Weizen und Roggen[1], mit einem Wort, *die Zusammensetzung des Mehles und der Graupe rechtfertigt die Zurechnung des Buchweizens zu den Getreidearten durchaus.*

Aber das Eiweiß des Buchweizenkornes besitzt keine Klebereigenschaften; deswegen ist das Buchweizenmehl als solches zum Brotbacken ungeeignet.

Der Abfall, den man infolge des großen Schalengehaltes (15—20%) des Buchweizen bei der Graupenherstellung in großen Mengen erhält, kann als Heizmaterial dienen oder aber es wird aus der an Kaliumkarbonat reichen Asche *Pottasche* gewonnen. Das Stroh, das in seiner Asche 32—40% K_2O enthält, kann ebenfalls zu Pottasche verarbeitet werden. Außerdem liefert es ein recht bekömmliches Futtermittel, das seiner Zusammensetzung und Verdaulichkeit nach zwischen dem Getreide- und Leguminosenstroh steht, obgleich es unter gewissen Umständen (Licht und Temperatur) auf das Vieh schädlich wirken kann, indem es Erkrankungen wie Hautbrennen und Haarausfall hervorruft.

An die *Wachstumsfaktoren* stellt der Buchweizen in mancher Hinsicht keine Ansprüche. Trotz seiner Frostempfindlichkeit dringt er infolge der Kürze seiner Vegetationsperiode (10—12 Wochen) weit nach Norden vor, wobei er in Westeuropa den 70. Breitengrad erreicht. Der tatarische Buchweizen ist gegen Frost nicht so empfindlich wie der gewöhnliche. An den *Boden* stellt der Buchweizen keine Ansprüche, was durch das große Aufschließungsvermögen der Wurzeln erklärt wird. Jedenfalls steht für die Phosphorsäure fest, daß der Buchweizen imstande ist, ihre schwerlöslichen Quellen auszunutzen. So konnte er bei Sandkulturen bedeutende Phosphorsäuremengen sogar dem podolischen Phosphorit

[1] Näheres siehe bei Haselhof: Landw. Versuchsstat. 63 (1906).

entnehmen, während die Getreidearten unter gleichen Umständen nicht einmal die amorphen Phosphorite ausnutzen konnten. Indessen ist die Wurzeloberfläche beim Buchweizen nicht groß[1]; daher muß die genannte Erscheinung ihre Erklärung eben in der energischeren Einwirkung der Buchweizenwurzeln auf den Boden finden.

Der Buchweizen verträgt wenig kultivierte, erst kürzlich umgelegte Böden, und zwar selbst dort, wo das Neuland oft ungünstige Eigenschaften besitzt (Region der Waldböden); er nimmt auch mit trockengelegten Torfmooren vorlieb. Im großen und ganzen verlangt er lockere und genügend trockene Böden, weswegen er auf schweren vor allem auf kalkhaltigen Böden schlechter gedeiht. Weil der Buchweizen rasch eine große Masse vegetativer Organe entwickelt, unterdrückt er das Unkraut sehr gut; deswegen stellt er auch keine besonderen Ansprüche an die Unkrautfreiheit des Bodens. Eine *Düngung* zu Buchweizen als Pflanze extensiver Wirtschaften wird selten gegeben; er ist in dieser Hinsicht auch wenig anspruchsvoll. Die bestwirkenden Düngemittel sind: *Asche, Kali* und *phosphorsaure Salze*. Weil aber der Buchweizen schwerlösliche Bodenverbindungen auszunutzen vermag, so reagiert er auf Düngergaben z. B. von Phosphorsäure selbst dann noch nicht, wenn das Getreide bereits an diesem Mangel leidet und stark reagiert. Für Kali ist die Empfindlichkeit offenbar größer.

Stickstoffgaben und *Stallmist* (infolge seines relativen Stickstoffüberschusses) rufen eine übermäßige Entwicklung der grünen Masse zum Nachteil der Fruchtausbildung hervor; das Korn bleibt in der Entwicklung zurück und wird klein (in Frankreich jedoch wird stark verrotteter Stallmist beim Buchweizenbau auf armen Böden verwendet). Nach den Mitteilungen von S. M. Bogdanow ist der N-Verbrauch des Buchweizens überhaupt nicht groß, so daß eine Buchweizenernte dem Boden mehr Phosphorsäure und vor allem mehr Kali als Stickstoff entführt[2]. In der *Fruchtfolge* wird der Buchweizen beliebig untergebracht; bei uns nimmt er gewöhnlich die letzten Stellen ein, in der Dreifelderwirtschaft die Sommerung. In Westeuropa wird er oft als Stoppelfrucht nach Roggen angebaut; auch bei uns wird dies häufig im Schwarzerdegebiet durchgeführt, obgleich der Buchweizen dabei auch nicht immer ausreift, weswegen man in diesem Falle nur mit der grünen Masse vorlieb nehmen muß.

In solchen Jahren wie 1920 und 1921 mit Dürreperioden in der ersten Sommerhälfte und mit Niederschlägen in der zweiten Hälfte kann der Buchweizen Bedeutung als späte und frühreife Sommerung gewinnen, die sich erstens dazu eignet, vernichtetes Getreide zu ersetzen und zweitens als Stoppelfrucht in Südwestrußland aufzutreten, wobei sich in Jahren wie den beiden genannten das Gebiet des möglichen Stoppelfruchtbaues erweitert, weil der Roggen früh reif und geerntet wird.

Der Buchweizen gilt, vor allem wenn er zur Gründüngung oder als Grünfutter angebaut wird — letzteres geschieht allerdings selten — als gute Vorfrucht für Winterroggen (natürlich nicht in trockenen Gegenden), wahrscheinlich deshalb, weil der dicht beblätterte Buchweizen das Unkraut so gut erdrückt.

Weil der Buchweizen gegen Frühjahrsfröste und andere ungünstige Witterungserscheinungen sehr empfindlich ist, erfolgt seine *Aussaat* nicht früh; sie ist eine der späten Sommerungsbestellungen. Außerdem wird der Buchweizen häufig abschnittweise gesät, um im Falle einer ungünstigen Witterung wenigstens einen Teil der Aussaat zu retten. In Rußland z. B. fällt die Bestellungszeit auf Ende Mai oder Anfang Juni.

---

[1] Siehe Schröder: Der Buchweizen. Enzykl. d. Landw. v. Devrient.
[2] Landw. u. Forstw. 1899.

Unter den Bauern ist die Ansicht stark verbreitet, daß es für die Saat des Buchweizen zweckmäßiger ist, kleineres und leichteres Korn zu verwenden; eine Ansicht, die sich bis heute selbst in Deutschland, in seinen entlegensten Winkeln, erhalten hat, wo ein Sprichwort sagt: „Das bessere Korn für den Brei, das schlechtere für die Saat![1]" Offenbar ist dieser Gebrauch durch den Wunsch entstanden, das gute Korn beim Anbau dieser unsicheren Frucht nicht aufs Spiel zu setzen; aber natürlich wird die Saat durch eine derartige Maßnahme noch unsicherer. Die *Saatmenge* schwankt je nach der geographischen Breite des Ortes innerhalb weiter Grenzen. Bei uns werden im Gebiet der Waldböden gewöhnlich 75—120 kg je Hektar gesät; im Schwarzerdegebiet 52—90 kg. Die junge Pflanze, die sich durch zwei an die Erdoberfläche tretende Samenlappen und durch sehr lange Wurzelhärchen auszeichnet, läuft sehr bald auf. Eine *Pflege* verlangt der Buchweizen während seines Wachstums nicht. Er entwickelt sich bei günstigem Wetter sehr rasch, entwickelt eine große Blattmasse, wodurch er ohne fremde Hilfe gut mit dem Unkraut fertig wird; er erstickt es. Die Blütezeit, die früh einsetzt und ziemlich lange dauert, ist der kritische Moment im Leben des Buchweizen. Sehr oft bringt der Buchweizen trotz einer Fülle von Blüten überhaupt keinen Ertrag (daher das Bauernsprichwort: „Glaub dem Buchweizen nicht, solange er blüht, sondern erst, wenn er auf dem Speicher liegt!"). Diese Erscheinung tritt bei ungünstiger Witterung während der Blütezeit auf, und zwar durch große Hitze und Dürre, Nebel und anhaltende Regenfälle, scharfe Winde, Temperaturschwankungen usw. Vielleicht kann man den Schaden durch anhaltenden Regen damit in Verbindung bringen, daß die Zellen der Staubbeutel in destilliertem Wasser platzen (Monteverdé). Andererseits weiß man, daß im Schwarzerdegebiet die Ernte bei Mangel an Niederschlägen während der Blütezeit sinkt (Pulman). Einige versuchen dies damit zu erklären, daß in diesem Falle die Insekten von der Bestäubung der dimorphen (heterostylen) Blüten des Buchweizen ausgeschlossen bleiben (in den einen Blüten sind die Staubfäden länger als die Griffel, in den anderen umgekehrt).

Die Versuche von Korschinsky und Monteverdé haben die Nützlichkeit der Fremdbestäubung beim Buchweizen und folglich auch die wichtige Rolle der Insekten bestätigt; dabei müssen die Blüten mit langen Staubfäden diejenigen mit langen Griffeln bestäuben und umgekehrt (legitime Bestäubung). Dennoch liefert auch die illegitime Bestäubung einen gewissen Prozentsatz an Korn (etwa ein Drittel der legitimen[2]). Es ist interessant, daß sich dabei die langen Griffel vererben[3].

Andere wieder meinen, daß der geringe Fruchtansatz durch direkte Einwirkung des schlechten Wetters auf die Blüten hervorgerufen wird. Bei anhaltendem trockenen Wind z. B. rollt sich der Fruchtknoten zusammen und trocknet ein; ebenso wirkt jegliches Sinken des Feuchtigkeitsgrades (trockene Nebel). Genau so sollen in Frankreich die Winde, die vom Meere kommen, wirken usw.[4].

Durch darauffolgende Arbeiten von A. N. Lebedjanzew (Station Schatilowo) ist die Einwirkung der Bestäubungsbedingungen auf die Fruchtbarkeit des Buchweizen noch mehr geklärt worden. Die Hauptergebnisse dieser Arbeiten sind folgende:

1. Selbstbestäubung des Buchweizen (innerhalb einer einzelnen Blüte und einer einzelnen Pflanze) ist unmöglich oder sie tritt jedenfalls sehr selten, als Ausnahme, auf.

---

[1] Blomeyer.

[2] Siehe Lebedjanzew: Über die Biologie des Buchweizen. Landw. u. Forstw. 1911.

[3] Siehe bei Althausen: J. exper. Landw. 1910 u. 1911.

[4] Siehe Vorträge und Diskussionen über die Frage der Unbeständigkeit der Buchweizenerträge. Arb. d. ersten Versl. über Versuchswesen, 1901.

2. Die illegitime Fremdbestäubung beträgt im Durchschnitt ein Drittel der legitimen und tritt leichter bei Pflanzen mit kurzen als bei denen mit langen Griffeln auf.

3. Die legitime Fremdbestäubung ist die normale und ist ungefähr dreimal so wirksam wie die illegitime.

Als Bestäubungsfaktoren treten (nach abnehmender Bedeutung geordnet) auf: 1. Insekten, 2. Erschütterungen, 3. Wind. Schließt man diese 3 Faktoren aus, so ist die Fruchtbarkeit gleich Null.

Gewöhnlich sind die Pflanzen mit kurzen Griffeln produktiver als diejenigen mit langen Griffeln. Aber die Ertragsfähigkeit hängt nicht nur von der Form der Pflanze und von den Bestäubungsverhältnissen des betreffenden Jahres ab sondern auch von der Pflanzenform und der Bestäubung des vergangenen Jahres.

Nach der Bestäubungsart des betreffenden Jahres hat die legitime Bestäubung bei allen Kombinationen einen entschiedenen Vorzug vor der illegitimen, unabhängig von der Form der Pflanze und ihrer Herkunft.

Nach der Form der Pflanze des betreffenden Jahres haben weder die Pflanzen mit kurzen noch diejenigen mit langen Griffeln einen entschiedenen Vorzug, weil ihre Ertragsfähigkeit je nach der Bestäubungsart des betreffenden und der Kombination der Bestäubungsarten des vergangenen Jahres stark schwankt.

Die Ertragsfähigkeit hängt bei den Pflanzen mit langen Griffeln bei legitimer Bestäubung im betreffenden Jahr hauptsächlich von der Form der Mutterpflanze und weniger von der Bestäubungsart ab. Bei den Pflanzen mit kurzen Griffeln hängt sie, umgekehrt, hauptsächlich von der Bestäubungsart und weniger von der Form der Mutterpflanze ab.

Als beste Kombination erscheint für die Pflanzen mit langen Griffeln eine vorangehende legitime Bestäubung der Pflanzen mit langen Griffeln. Für die Pflanzen mit kurzen Griffeln — eine vorangehende illegitime Bestäubung der Pflanzen mit langen Griffeln. Die schlechteste Kombination für beide ist eine vorangehende legitime Bestäubung der Pflanzen mit kurzen Griffeln[1].

Die Ernte des Buchweizen erfolgt am häufigsten dann, wenn ein bedeutender Teil der Früchte reif geworden ist. Eine Reife des ganzen Bestandes wartet man deswegen nicht ab, weil die Reifezeit zu ausgedehnt ist (während der Ernte beginnen viele Pflanzen erst zu blühen). Eine mehr oder weniger frühe Ernte ist notwendig, um das Ausfallen der überreifen Körner zu verhindern. Am besten mäht man deshalb morgens früh im Tau, wenn die feuchten Körner nicht so leicht ausfallen wie bei der Hitze am Tage.

Der gemähte Buchweizen wird in Garben gebunden, auf dem Felde getrocknet, dann auf den Hof gefahren und gedroschen (am besten mit Flegeln, weil die Dreschmaschinen das Korn schälen und zum Teil schroten). Die Erträge sind im Durchschnitt geringer als die des Getreides.

Die *Unsicherheit der Erträge* ruft in letzter Zeit offenbar eine Einschränkung des Buchweizenanbaues hervor[2]. Vor allem mit der schrittweisen Zunahme der Wirtschaftsintensität und der Bodenverteuerung wird diese riskante Kultur durch andere, ertragssichere, verdrängt; zu Beginn des 20. Jahrhunderts nahm der Buchweizen unter den Feldfrüchten des europäischen Rußland die siebente Stelle ein, während er früher die fünfte innehatte.

Auf der ersten Tagung über Fragen des Versuchswesens (1901) wurde in einer Reihe von Vorträgen auf das Zurückgehen der Anbaufläche des Buchweizen aufmerksam gemacht, auf die Frage des Sinkens seiner Erträge und auf die Notwendigkeit, diese Erscheinung zu erforschen. Die Abnahme dieser Kultur wurde schon damals durch folgende Zahlen gekennzeichnet:

---

[1] Arb. der Station Schatilowo 1918, Serie II, Nr. 6.

[2] Siehe Sleskin: Der Buchweizen und sein Anbau. 1912.

	1870 hl	1880 hl	1890 hl	1900[1] hl
Erträge	8530000	6530000	5370000	3420000

Ungefähr um dieselbe Zeit begannen auch die ersten Arbeiten mit der Züchtung des Buchweizens (PULMAN, ALTHAUSEN, Station Schatilowo)[2].

Hier sei nun folgendes hervorgehoben: Im Jahre 1909 züchtete ALTHAUSEN, von den beiden Sorten „Früher von Bogorodizk" (von PULMAN) und „Veredelter von Pulman" ausgehend, 8 Elite-Mutterpflanzen, mit deren Nachkommenschaft dann eine methodische Auslesearbeit begonnen wurde; in den Jahren 1917—1918 entstand daraus eine Sorte — der heutige „Althausens Buchweizen" —, der bei der Prüfung auf der Versuchsstation in Tschischma (Gouvernement Ufa), Bugulma (Gouvernement Samara) und dem Versuchsfeld der Golizynschen Kurse Bogorodsk (Gouvernement Moskau) viel bessere Erträge brachte als die bodenständigen Buchweizensorten. Im Gouvernement Petersburg brachte „Althausens Buchweizen" ebenfalls sehr gute Erträge.

Ganz unabhängig hiervon hat die Station Schatilowo ebenfalls einen ertragssicheren und großkörnigeren Buchweizen „Bogatyr" gezüchtet. Anfangs- (1901) wurde Massenauslese aus örtlichem Saatgut durchgeführt durch Aussortieren der großen und schweren Körner, wodurch man eine unwillkürliche Teilung der ursprünglichen Population und eine leistungsfähigere und ertragssichere Sorte erzielte. Es entstand bei der Bevölkerung der Umgegend Nachfrage nach diesen Samen. Bei der Prüfung zeigte sich, daß dieser Buchweizen im Durchschnitt von 3 Jahren Erträge von 11,7 dz je Hektar brachte, während der Bauernbuchweizen nur 6,6 dz ergab. Aber gleichzeitig wurde er spätreifer, so daß sich dieser Buchweizen zum Vordringen nach Norden nicht eignet.

Von 1918 an begann eine methodische Auslese aus diesem Material mit dem Ziel, die Größe des Kornes zu festigen, seine Ausgeglichenheit zu erhöhen, eine gut schüttende Sorte zu erhalten usw. Von 1923 an wurde der Staatsgetreidetrust mit der Sorte Bogatyr beliefert.

So kann man annehmen, daß die Ausnutzung der Fortschritte der Züchtung eine wichtige Rolle unter den Maßnahmen spielen wird, die anzuwenden sein werden, um den Buchweizenanbau zu erhalten, weil dieser eine Pflanze ist, die ein wertvolles und bei unserer Bevölkerung beliebtes und übliches Nahrungsmittel liefert.

Es sei noch bemerkt, daß der Buchweizen früher mehr als heute zu Grünfutter und Gründüngung angebaut wurde. Hierbei spielten die Fähigkeit des Buchweizens, das Unkraut niederzuhalten, und seine Anspruchslosigkeit an den Boden eine große Rolle. In dieser Eigenschaft zeichnet sich vor allem der tatarische Buchweizen aus, der sich rasch entwickelt und große Mengen an Grünmasse liefert. Später, als die ausschließliche Fähigkeit der Leguminosen, sich den Luftstickstoff anzueignen, festgestellt wurde, ging der Anbau des Buchweizens mit den genannten zwei Zielen zugunsten der Leguminosen zurück, von denen zu Grünfutter am häufigsten Wicken, zu Gründüngung dagegen Lupinen angebaut werden (s. weiter unten).

22. Krankheiten und Beschädigungen der Getreidearten.

Die *krankhaften Erscheinungen* in der Entwicklung der Getreidepflanzen können sowohl durch *ungünstige Eigenschaften der Umwelt* als auch durch *die*

[1] 1887 nahm der Buchweizen im europäischen Rußland 2200000 ha, 1900 nur noch 1700000 ha ein.

[2] PULMAN: Der Buchweizen. 1905. — ALTHAUSEN: Aus den Zuchtarbeiten mit Buchweizen. J. exper. Landw. 1919 u. J. Petersburger Landw. Inst. 1919, Nr. 1.

Einwirkung feindlicher Organismen hervorgerufen werden. Zur ersten Gruppe gehören die Beschädigungen bei ungünstiger Überwinterung (durch niedrige Temperaturen, Luftmangel usw.), von denen weiter oben die Rede war, die Beschädigungen durch Temperatursturz im zeitigen Frühjahr oder noch später, z. B. zur Zeit der Roggenblüte, Regenüberfluß zur selben Zeit, ungenügende Beleuchtung (Lager), Dürre, eine damit oft verbundene zu starke Salzkonzentration im Boden usw.

Von der *Dürre* muß man den sog. „*Brand*"[1] oder das Verscheinen unterscheiden, der durch Einwirkung trockener heißer Luft hervorgerufen wird (sogar bei feuchtem Boden) und der oft dem Getreide in seiner letzten Entwicklungsperiode dadurch einen Riesenschaden zufügt, daß das Korn in seiner Entwicklung stehenbleibt und zusammenschrumpft; oft sterben die oberen Pflanzenteile ab, indem sie eine weiße Färbung annehmen. Nicht selten wird diese Erscheinung mit dem „*Staub*" (staubige Luft) in Verbindung gebracht; sie kann aber auch ohne ihn eintreten. Die „Dürre" wird durch Feuchtigkeitsmangel im Boden bedingt und kann bei jeder Windrichtung, bei jeder Temperatur, in jeder Entwicklungsperiode der Pflanze eintreten; der „*Brand*" dagegen wird nur im Stadium der Kornausbildung beobachtet. Er wird ausschließlich durch trockene, sengende, mehr oder weniger starke Ostwinde, durch die sog. „*Trockenwetter*" hervorgerufen, die manchmal die Kornernte auf ein Minimum ganz kleiner Körner herabsetzen, trotzdem der Boden genügend feucht ist. Weil der Brand ausschließlich durch trockene heiße Winde hervorgerufen wird, so kann man, allgemeinverständlich, sagen, daß ihre Einwirkung auf die Pflanze sich von oben ausbreitet, von der Atmosphäre her, die Wirkung der Dürre aber tritt unten zuerst auf, vom Boden her (Protopopow)[2]. Die Beobachtungen dieses Verfassers beziehen sich auf das Jahr 1893 (Gouvernement Jekaterinoslaw). Dies war ein Jahr mit einem sehr günstigen, warmen und feuchten Frühling. Das Getreide bestockte sich stark, es bildete breite Blätter und lange Ähren aus. Ein Teil Weizen wurde vor dem Brand geerntet (frühe Saat, rascher wachsende Sorte). Ein anderer Teil aber wurde vom Brand überrascht. Vom 14. Juli ab setzte eine Erhöhung der Temperatur ein, der Wind sprang nach Osten um, er entwickelte eine hohe Geschwindigkeit (es werden darüber Zahlen angegeben), die relative Luftfeuchtigkeit fiel zur Mittagszeit bis zum 20. Juli von 47 auf 27. Die Sommerungen waren bis zu diesem Augenblick vollständig gesund; sie befanden sich im Stadium der Milchreife. Aber am 18. Juli stellte sich heraus, daß die Spitzen der Ähren „verbrannt" waren (besonders bei dem spät ausgesäten Girkaweizen und bei ausländischen Sorten). Weiter rollten sich die oberen Blätter vor Trockenheit zusammen, auch die mittleren fingen an, welk zu werden. Am 22. Juli änderte sich das Wetter wieder, es fing an zu regnen, aber die beschädigten Pflanzen konnten sich nicht mehr erholen, die Einwirkung der *trockenen heißen Winde* wirkte sich weiter aus. Die weiteren Veränderungen der kranken Pflanzen werden im angezogenen Aufsatz folgendermaßen beschrieben: „1. bekamen die Blätter der durch die *heißen trockenen Winde* betroffenen Pflanzen anormale gelbe Flecken, 2. fingen auch die Halme oben an gelb zu werden, und nicht von unten her, wie es bei der normalen Reife der Pflanzen der Fall ist, wobei der übrige Teil der Halme vollkommen saftig und grün blieb, 3. wurden die Körner in den von trockenen heißen Winden beschädigten Pflanzen nicht reif; sie bildeten

[1] Mit diesem Namen wurden manchmal Erscheinungen bezeichnet, die durch schädliche Insekten oder pflanzliche Parasiten hervorgerufen werden, wie z. B. unvollständige Kornausbildung bei starkem Rostbefall des Getreides. Aber wir wollen hier ausschließlich die Wirkung trockener heißer Winde betrachten.

[2] Protopopow: Landw. u. Forstw. 1895.

sich nicht aus, sondern schrumpften zusammen und trockneten ein; d. h. sie blieben ungefähr in dem Stadium ihrer Entwicklung stehen, in dem sie von diesen Winden sehr stark überrascht wurden". Das Endergebnis war, daß der „verbrannte" Weizen 12 dz leichte Körner je Hektar brachte, während der Weizen, der früher ausgereift und vor den trockenen heißen Winden geerntet worden war, 21 dz gute schwere Körner geliefert hatte. Um die Ursache der vernichtenden Wirkung der trockenen heißen Winde zu klären, hat PROTOPOPOW Beobachtungen an kranken Pflanzen russischer und ausländischer Sorten angestellt; er stellte die Verdunstungsoberfläche fest, er berechnete die Anzahl der Wurzeln in verschiedener Tiefe, wog die Körner usw. Hier folgen einige Ergebnisse seiner Messungen:

	Eine Tiefe von 22—26 cm erreichten Wurzeln	Blatt- u. Halmoberfläche (Verhältniszahl)	Das Korn wog g
Roter behaarter Weizen	16	75	536
Gewöhnlicher Girkaweizen	8	80	451
Sorte Noé	3	100	434

Daraus ist ersichtlich, daß diejenigen Sorten am meisten zu leiden hatten, die bei schwach entwickeltem Wurzelsystem eine große Verdunstungsoberfläche besaßen (vor allem die westeuropäische Sorte Noé). Dies entspricht aber der Schlußfolgerung, daß die Ursache des „Brandes", wie auch oben erwähnt, in einer verstärkten Verdunstung des Wassers und in seiner langsamen Ergänzung aus dem Boden liegt.

Genauer wurden diese Erscheinungen in letzter Zeit durch die Saratower Station untersucht[1], wobei mit Sicherheit festgestellt wurde, daß hier die *Lufttemperatur die entscheidende Rolle spielt.* Es hat sich herausgestellt, daß die Funktion der Spaltöffnungen bei hohen Temperaturen unterbrochen wird, die Schließzellen verlieren ihre Fähigkeit, die Spaltöffnungen zu schließen und die Pflanze wird der Austrocknung schutzlos ausgeliefert. Offenbar wirkt die Temperatur auf das Mengenverhältnis zwischen Stärke und löslichen Kohlenhydraten in den Schließzellen; jenseits einer bestimmten Grenze wird der Übergang des Zuckers in Stärke erschwert, weswegen der osmotische Druck erhöht bleibt und sich die Spaltöffnungen nicht schließen, trotz der drohenden Vernichtung durch Wasserverlust. Durch die Einbringung verschiedener Pflanzen in einen Thermostaten ist es gelungen, diesen Prozeß künstlich hervorzurufen, wobei bei denjenigen Pflanzen, die dem Brand kräftigeren Widerstand leisteten (wie die Hirse), die Spaltöffnungszellen höhere Temperaturen besser vertragen ohne Lahmlegung der regulierenden Fähigkeit und umgekehrt.

Die Wirkung des *„Staubes"* ist offenbar eine reine Nebenerscheinung; das Vorhandensein schwebender Teilchen in der Luft, unabhängig von ihrer Herkunft, kann die Erwärmung der Luft durch die Sonnenstrahlen erhöhen und so den Brand begünstigen.

Es scheint den *Grannen* eine gewisse Bedeutung in der Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen die Wirkung des Brandes zu, weil die begrannten Sorten weniger als die unbegrannten leiden. Die Untersuchungen der Grannen der Getreidearten weisen übrigens auf eine bedeutende Kompliziertheit der Frage über die Rolle der Grannen hin.

Morphologisch ist die Granne eine umgebildete Blattspreite, ebenso wie die Spelze, welche die Granne trägt — eine Blattscheide darstellt. Früher betrachtete man die Grannen entweder als Schutzvorrichtungen der Pflanze gegen Tiere oder als Federn, welche die Windstöße abschwächten oder schließlich als ein Mittel zur Verbreitung und sogar zum Ein-

[1] Siehe W. R. ZALENSKY: Bericht auf der Züchter-Versammlung in Saratow. 1921.

dringen der Samen in den Boden (z. B. Stipa, Aegilops). Die Arbeit von Zoebl und Mikoch (1892) stellte fest, daß die Grannen regen Anteil an der Wasserverdunstung durch die Pflanze nehmen. So verdunstete eine Ähre der sechszeiligen Gerste im Laufe von 24 Stunden 6,6 g Wasser, nach dem Abschneiden der Grannen aber sank die Verdunstung auf 1,3 g. Ferner wurde festgestellt, daß bei einer Entfernung der Grannen die regelmäßige Ernährung des Kornes gestört wird. Je eher die Grannen abgeschnitten werden, um so schlechter entwickelt sich das Korn. Dies beobachteten z. B. Schröder und Wasiljew, wobei sich in den Versuchen von Schröder die Bedeutung der Grannen für die Ernährung bei Dürre stärker zeigte und bei großer Feuchtigkeit im Boden schwächer. Die Grannen verlängern, indem sie die Energie der Nährstoffablagerung steigern, auch die Länge dieser Ablagerung. Das Abschneiden der Grannen beschleunigt anormalerweise die Reife, indem es den Ertrag herabsetzt. Außerdem hat sich herausgestellt, daß die Grundfunktion des Blattes, die Assimilation, in den Grannen nicht verschwunden ist: sie nehmen regen Anteil an der Zerlegung der Kohlensäure, solange sie grün sind (Schmid).

Wie soll man aber die schützende Bedeutung der Grannen beim „Brand" durch trockene heiße Winde mit ihrer Rolle als verdunstende Organe vereinbaren?

Man hat Grund anzunehmen, daß die Grannen auf die Wasserbewegung in der Pflanze einwirken, auf die Richtung des Stromes. Beim Vorhandensein von Grannen wird ein schnelleres Aufsteigen des Wassers im Halm zur Ähre beobachtet (es sind direkte Versuche angestellt worden), so daß es möglich ist, daß die Grannen *trotz* ihrer eigenen Verdunstung eine stärkere und schnellere Wasserversorgung (und mit Nährstoffen) des sich in der Entwicklung befindenden Kornes begünstigen.[1]

Wenn wir nun zu den Krankheiten übergehen, die durch pflanzliche und tierische Organismen hervorgerufen werden, wollen wir uns nur auf das Allerhauptsächlichste beschränken, weil hierüber spezielle Lehrbücher handeln.

Pflanzliche Schädlinge. In erster Linie sei der *Rost* erwähnt, der in mehreren Formen vorkommt, wie Puccinia graminis, der auf allen unseren Getreidearten lebt und unter dem Namen „Streifenrost" (Schwarzrost) bekannt ist, da er in Form von rostig gelben Streifen (später schwarz) auf den befallenen Pflanzenteilen auftritt; Puccinia coronata (coronifera) (mit krönchenförmigen Verdickungen auf den Teleutosporen), der hauptsächlich den Hafer befällt und eine Reihe anderer Puccinia-Arten.

Aber außer den morphologisch verschiedenen Formen gibt es hier *Rassen*, die physiologisch einer bestimmten Wirtspflanze angepaßt sind; deswegen werden z. B. für Puccinia graminis eine forma avenae, eine forma tritici usw. unterschieden.

Bekanntlich schmarotzt der Rost in verschiedenen Entwicklungsstadien auf *zwei verschiedenen Wirtspflanzen*; z. B. schmarotzt der Schwarzrost außer auf dem Getreide auch auf der Berberitze (Aecidien-Stadium); Puccinia straminis (Streifenrost) auf den Pflanzen der Familie der Borraginaceae und Puccinia coronata — auf Rhamnus u. a. m. Günstige Bedingungen zur Entwicklung des Rostes sind Feuchtigkeit und ungenügender Luftzutritt zur Pflanze. Eine zu starke Stickstoffdüngung kann ebenfalls das Auftreten des Rostes begünstigen. Die schädliche Wirkung des Rostes macht sich darin bemerkbar, daß infolge der Beschädigung der Blätter und infolge der Störung ihrer Funktionen die Pflanze nicht mehr genügend Trockensubstanz ansammeln kann, mit anderen Worten, das Korn kann sich nicht mehr ausbilden. Die Maßnahmen gegen Rost, die empfohlen werden, sind folgende: Vernichtung derjenigen in der Nähe befindlichen Pflanzen, auf denen die Aecidialform des Pilzes lebt, Unterpflügen der Stoppeln (mit den Teleutosporen) und ebenfalls Verbrennen der Stoppeln; sämtliche Maßnahmen, die den Luftzutritt zur Pflanze vergrößern, z. B. Drillsaat, und die Feuchtigkeit des Bodens verringern (Dränage der tief gelegenen feuchten Stellen); frühe Aussaat und Auswahl rostwiderstandsfähiger Sorten.

[1] Näheres siehe im Aufsatz von Schröder: Nachr. d. Moskauer landw. Inst. 1899. — Ebenfalls Perlitius: Mitt. d. landw. Inst. d. Univ. Breslau. 1904.

So wird darauf hingewiesen, daß der Schatilowhafer vom Rost weniger befallen wird als der kanadische und österreichische (Bondarzew). Für Roggen ist ein Fall bekannt, wo eine frühreife Sorte gezüchtet wurde, die viel rostwiderstandsfähiger ist als die gewöhnlichen örtlichen Roggensorten (Sypniewski in Pulawa, Polen)[1].

Bezüglich der ersten dieser Bekämpfungsmaßnahmen ist zu bemerken, daß sie allein angewendet unwirksam bleibt. Mit der Ausrottung der Berberitze an einem bestimmten Ort verschwindet Puccinia graminis nicht. Dies besagt, daß entweder die Sporen vom Winde aus der Ferne herbeigetragen werden oder daß die Aecidienform des Rostes auch auf anderen Pflanzen als den genannten zu leben vermag. Schließlich könnte es sein, daß die Uredosporen als solche auf mehrjährigen Pflanzen zu überwintern vermögen, wie dies bei einigen Formen beobachtet wurde.

Von den *Brandarten* werden die Getreidearten am meisten durch 2 Gruppen beschädigt: Den *Flugbrand* (Ustilago)[2], der den Sommerweizen, die Gerste, weniger Hafer und Hirse befällt, und durch den *Stein-* oder *Stinkbrand* (nasser Brand, Tilletia caries), der vor allem auf Weizen vorkommt. Die erste Art befällt nicht nur den Korninhalt, sondern auch Grannen und Spelzen, weswegen der ganze Blütenstand von der angehäuften Sporenmasse, die leicht vom Wind über das ganze Feld getragen wird, schwarz wird. Die zweite Art zerstört die Kornschalen nicht, weil sie sich ebenfalls aus Sporen aber gleichzeitig mit der Entwicklung des Keimlings entwickelt und das Innere des Kornes befällt. Deswegen ist auf dem Felde dieser Pilz nicht so sichtbar und wird nicht vom Wind übertragen; dafür aber platzen die erkrankten Körner beim Drusch und entlassen eine ganze Masse von Sporen, die auch an gesunden Körnern haftenbleiben (besonders an ihren mit Härchen bedeckten Enden). Die Geschichte liefert Beispiele furchtbarer Verheerungen durch den Brand. So verbreitete er sich in den 30er und 40er Jahren des vorigen Jahrhunderts in Deutschland in solch bedrohlichem Maße, daß die Landwirte bereits daran dachten, auf den Weizenbau überhaupt zu verzichten. Aber seit der Zeit ist die Krankheit näher erforscht worden und man hat ein Mittel zu ihrer Bekämpfung gefunden; diese Maßnahme besteht im *Beizen* der Samen mit Kupfervitriol und mit anderen die Sporen abtötenden Mitteln.

Es wird auch eine einfache Erwärmung gequollener Samen bis auf 52—53° C empfohlen; die nützliche Wirkung dieser Erwärmung hat ihren Grund in der größeren Empfindlichkeit der Sporen (als der Samen) gegen erhöhte Temperaturen. Hierbei ist aber eine große Genauigkeit in der Ausführung erforderlich.

Verschiedene Autoren geben verschiedene Rezepte zum Beizen an. Es werden die Konzentration des Kupfervitriols und die Zeit (in entgegengesetzter Abhängigkeit) verändert (hierbei ist die Zeit gemeint, während welcher das Korn in der Beizflüssigkeit liegt). Blomeyer empfiehlt z. B., 1proz. Kupfervitriol anzuwenden und das Saatgut in Körben 5 Minuten lang einzutauchen, worauf man die Flüssigkeit ablaufen und die Körner abtrocknen läßt. Nach Kühn nimmt man $^1/_2$proz. Lösung, in ihr wird das Saatgut etwa 16 Stunden lang belassen. Die zweite Methode ist deshalb unpraktisch, weil die mit Flüssigkeit stark durchtränkten Körner schwer trocknen[3].

So beobachtete Toporkow bei Weizen eine bedeutende Quellung der Samen und ein Zurückgehen der Keimfähigkeit bereits bei 6stündigem Benetzen in

[1] Siehe Vavilow: Über die Widerstandsfähigkeit der Getreidearten gegen parasitäre Pilze. Arb. d. Zuchtstat. d. Moskauer landw. Inst. 1913, H. 1.

[2] Später wurde er in Ustilago Tritici, Ustilago Hordei, Ustilago Avenae eingeteilt.

[3] Außerdem kann auch die Keimfähigkeit zum Teil verlorengehen.

$^1/_2$proz. Lösung. Der Unterschied in den Ergebnissen mit den Beobachtungen von KÜHN werden seiner Meinung nach durch den verschiedenen Bau der Schalen bei den einzelnen Weizenarten erklärt. Deswegen wandte TOPORKOW in einem anderen Versuche (mit Hirse) erfolgreich folgende Methode an: Das Saatgut wurde in Säcke geschüttet, die über Reifen gespannt waren, und wurde wiederholt in ein Faß mit 1proz. Kupfervitriol 5 Minuten lang getaucht, so daß die Lösung die Samen mehrere Male bespülte[1]. Andere wieder empfehlen das Korn, das auf ein Segeltuch zum Benetzen gestreut wird, mit Zerstäubern zu bespritzen, indem man es durch Heben und andere Bewegungen des Segeltuches durcheinander mischt, wobei man die Benetzung der Oberfläche mit der geringsten Flüssigkeitsmenge erreicht, die leicht abtrocknet. Aber bei dieser Methode läuft man dennoch Gefahr, ein nicht so vollständiges Beizen zu erzielen wie beim Tauchverfahren.

HECKE[2] schreibt nicht nur dem Eintauchen sondern auch einem Durchwaschen in der Flüssigkeit (übereinstimmend mit TUBEUF) eine Bedeutung zu, weil dabei außer der chemischen Einwirkung das Korn, das mit der Maschine gedroschen wurde, leichter unter dem Beizen leidet, weil es beschädigter ist als beim Flegeldrusch. Es folgt ein Beispiel aus den Versuchen von POCHODNJA mit Weizen. Bei Benetzung mit $^1/_2$proz. Kupfervitriollösung während verschiedener Zeitabschnitte änderte sich die Keimenergie folgendermaßen:

Die Benetzung dauerte	1	2	3	4	5 Stunden
Handdrusch	94	89	92	80	76 % Keimfähigkeit
Maschinendrusch . . .	47	31	35	29	28 % Keimfähigkeit

Zur Vermeidung der Keimfähigkeitsgefährdung wird das Korn manchmal nach dem Beizen noch mit *Kalkmilch* bearbeitet. Außer den Kupferpräparaten benutzt man zum Beizen auch noch *Formalinlösungen*, z. B. eine 0,125proz. Formaldehydlösung bei 1stündiger Benetzungsdauer[3]. HECKE[4] empfiehlt, das Saatgut 5 Minuten lang in $^1/_2$proz. Formalinlösung (= 0,2 % Formaldehyd) zu waschen. Eine solche Maßnahme brachte bei Hirse gute Ergebnisse[5].

Nach Mitteilungen von N. L. SKALOSUBOW wenden die sibirischen Bauern folgende Maßnahmen gegen den Brand an: 1. Die Samen werden mit Kalkwasser benetzt (2 kg Kalk auf 130 kg Korn), 2. der Weizen wird im Herbst mit trockener Asche bestreut (1 dz Asche auf 10 dz Korn), 3. man läßt die Samen 1 Jahr ablagern.

In letzter Zeit finden in Deutschland einige *Quecksilberpräparate* Anwendung (Uspulun, Germisan), die allerdings teurer sind als die anderen; dafür kann man sich aber bei ihrer Anwendung auf eine kurzfristigere Benetzung beschränken, wodurch das weitere Trocknen des Saatgutes erleichtert wird.

Für Gerste und Hafer empfehlen einige Autoren infolge des guten Schutzes der Körner durch ihre Spelzen, ein stärkeres Mittel anzuwenden — *Schwefelsäure* (1proz. Lösung). Danach werden aber die Körner gewöhnlich in Wasser getaucht.

In letzter Zeit beginnt die *Trockenbeize* mit Kupfersalzen (oder Spezialpräparaten) sich stark zu verbreiten. Dazu nimmt man kohlensaures Kupfer in Pulverform (oder eine Mischung von wasserfreiem Kupfervitriol mit Kalk); man schüttet dieses Pulver in einen Kasten oder nicht vollen Sack mit Korn und mischt gut (man nimmt 30—40 g kohlensaures Kupfer auf 15 kg Saatgut). Die Trockenbeize kann frühzeitig ausgeführt werden. Das Saatgut wird danach

[1] Siehe J. exper. Landw. **1903**, 1. Buch.
[2] Z. Versuchswes. in Österreich. **1903**.
[3] 3. Versammlung der Güter von Charitonenko. Chosäin 1902.
[4] HECKE: a. a. O.
[5] DAVID: J. exper. Landw. **1900**.

bis zur Aussaat unter normalen Verhältnissen aufbewahrt; die Ergebnisse stehen offenbar nicht hinter denen der Naßbeize zurück; das ganze Verfahren aber verlangt viel weniger Zeit und Arbeit.

Hat man keine Mittel zur Verfügung, so beizt man manchmal in heißem Wasser, wobei man von der Tatsache ausgeht, daß die Brandsporen bei 50—55° C[1] absterben, die Samen dagegen bei kurzer Einwirkung einer solchen Temperatur (10 Minuten) ihre Keimfähigkeit beibehalten. Dabei wärmt man das Saatgut in Wasser von 35° C vor, um das auf 53° C erwärmte Beizwasser nicht durch das kalte Saatgut abzukühlen.

Außer dem Beizen empfiehlt sich als Vorbeugungsmaßnahme auch noch ein sorgfältiges *Sortieren* des Saatgutes, wodurch die kranken leichteren Körner mehr oder weniger leicht entfernt werden können. Das *Durchwaschen in Wasser* dient ebenfalls zur Entfernung der kranken Körner; diese Operation findet oft vor dem Beizen statt. Es sei hervorgehoben, daß das Beizen, das so erfolgreich gegen die Verschleppung des Brandes durch Weizen- oder Hirsekörner ist, nicht ebenso gegen den *Beulenbrand* des Maises (Ustilago maydis) wirkt, weil die Sporen dieses Brandes die Pflanze nicht nur in ihrem Jugendstadium befallen können sondern auch in den darauffolgenden Stadien. Dabei können verschiedene Organe befallen werden (Blätter, Stengel, Kolben, Rispen), wodurch eigenartige Auswüchse entstehen (manchmal von Kindskopfgröße) und der Kolben eine launenhafte, krüppelartige Form erhält. In diesem Fall wendet man außer dem Beizen auch noch das *Abschneiden und Verbrennen der krankhaften Auswüchse* an, um die Verbreitung der Sporen zu verhindern. Außerdem sucht man einen ununterbrochenen Maisbau zu vermeiden, den man bei uns in Transkaukasien findet.

Das *Mutterkorn*[2] (Claviceps purpurea aus der Gruppe der Ascomyzeten) befällt gewöhnlich den Roggen, seltener die Gerste und die übrigen Getreidearten. Die überwinternde Form des Pilzes, die rotvioletten *Hörnchen des Mutterkornes* (Sklerotien), keimen bekanntlich im Frühjahr; die sich bildenden Sporen gelangen in die Fruchtknoten; diese scheiden eine süßliche Flüssigkeit aus (ähnlich dem Honigtau), welche die Insekten heranlockt. Die Flüssigkeit tropft auf die unteren Fruchtknoten der Pflanze; durch die Insekten wird sie auch auf gesunde Pflanzen übertragen und auf diese Weise verbreitet sich die Ansteckung. Die beste Maßnahme gegen das Mutterkorn ist eine sorgfältige Reinigung des Saatgutes, wozu außer den gewöhnlichen mechanischen Hilfsmitteln auch noch eine Trennungsmethode mit Hilfe von Lösungen bestimmter Dichte empfohlen wird[3].

Das sog. *„betäubende Brot"* im Ussurigebiet entsteht infolge anderer Organismen (Fusarium, Cladossporium usw.).

Bereits ein kleiner Prozentsatz an Mutterkorn im Brot kann ernstliche Erkrankungen hervorrufen (Ergotismus in der Medizin). Als 1926 der Ergotismus unter der Bevölkerung des Kreises Sarapul auftrat, zeigte die Untersuchung des dortigen Gebietes eine Beimischung an Mutterkorn von 0,28% (Bondarzew).

Der *Mehltau* (Erysiphe graminis) tritt als feines Gewebe auf den Blättern und Halmen der Getreidearten auf. Darauf bedecken sich die Blätter mit bräun-

[1] S. Skaskin: Die Wirkung heißen Wassers auf den Staubbrand beim Hafer. Nachr. d. Donschen landw. Inst. **1922—24**. — Ferner Nowopokrowsky und Skaskin: Die Einwirkung der Temperatur auf die Keimung der Sporen usw. 1925.

[2] Während der Brand hauptsächlich dadurch nachteilig wird, daß er die Ernte herabsetzt, schädigt das Mutterkorn vor allem dadurch, daß es in Form einer Beimischung zum Getreide *Ernährungskrankheiten* hervorruft. Übrigens zeigten die Arbeiten von E. F. Liskun (Frauenhochschule in Leningrad), daß bei einer Ernährung mit Brot, das Brandsporen enthält, ebenfalls Erkrankungen dadurch auftreten können, daß die Sporen in den Blutkreislauf eindringen.

[3] Landw. Versuchsstat. 60, 315.

lichen Flecken und trocknen ein, wodurch die Ausbildung des Kornes mehr oder weniger beeinträchtigt werden kann. Das Bestäuben mit Schwefelblüte, das bei wertvollen Früchten als Gegenmaßnahme gegen diese Pilzart angewandt wird, ist bei den Getreidearten nicht anwendbar.

Die schädlichen Insekten. Von den Käfern tritt im Süden als gefährlichster Feind der Getreidearten der *„Brotkäfer"* (Anisoplia austriaca) auf, dessen Verbreitungsgebiet vor allem südlich der Linie Chotin, Kamenez-Podolsk, Kijew, Kursk, Woronesch und Nowotscherkask liegt, und *Anisoplia crucifera*, der in Mittel- und Ostrußland verbreitet ist. Der Käfer befällt vor allen Dingen 3 Kulturgetreidearten: Weizen, Roggen und Gerste. Er tritt Ende Mai auf, im Laufe eines Monats fliegt er, indem er das Getreide dadurch schädigt, daß er die Staubfäden, Fruchtknoten, die jungen Körner herausfrißt und die reifen Körner beim Herumklettern auf der Ähre aus den Spelzen herausschlägt. Hierauf legt er seine Eier in der Erde ab. Die daraus entschlüpfenden Larven leben 2 Jahre im Boden. Besonders großer Schaden wird in den südlichen Umlagewirtschaften beobachtet, wo das Vorherrschen der Sommergetreidearten, als im Vergleich mit den Winterungen später reifende Getreidearten, den Käfer auch nach Ernte der Winterung mit der erforderlichen Nahrung versieht; die Umlage aber begünstigt eine ungehinderte Entwicklung der Larven. Ungünstig für den Brotkäfer ist der Anbau von Winterung, eine frühe Ernte der Futterpflanzen (viele von ihnen werden vom Käfer gefressen), der Anbau von Wurzelfrüchten, Raps, Mais — kurz aller derjenigen Pflanzen, die für ihn nicht als Nahrung dienen können.

Gegenmaßnahmen sind: Vertreiben der Käfer mit Hilfe eines Seiles, das Sammeln mit der Hand, mit Käferfängern, Anbau von Fangsaaten, Vergrößerung des Winterungsschlages dort, wo Sommerungen vorherrschen, rechtzeitiges Pflügen der Brachefelder und der Stoppeln, um die Eier, Larven und Puppen unterzupflügen.

Der Drahtwurm oder der *„Knochenwurm"*, die Larve des linierten Schnellkäfers (vor allem Agriotes lineatus) schädigt sämtliche Kulturgetreidearten. Die Schäden durch diese Larve bestehen darin, daß sie, wenn sie sich in den obersten Bodenschichten fortbewegt, den Inhalt des quellenden Kornes ausfrißt (besonders beim Mais), die jungen Halme an der Bodenoberfläche durchfrißt oder sogar in das Innere der Halme eindringt; bei diesen kann dann das junge Blatt, das von unten abgenagt ist, aus der umgebenden Blattscheide des untersten Blattes leicht herausgezogen werden. Infolgedessen werden die Pflanzen bald gelb und sterben ab. Es gibt nicht viel Gegenmaßnahmen gegen diesen Wurm; außerdem sind einige von ihnen in ihren Erfolgen zweifelhaft, andere wieder sind im Felde infolge der Umständlichkeit und der hohen Kosten nicht anwendbar. Manchmal werden die Getreidearten durch *Lema melanopa* befallen. Ihre Larve, die sich gewöhnlich mit Schleim umgibt, frißt das Parenchym der Blätter des Weizens, des Hafers, der Gerste aus (skelettiert die Blätter) und zerstört dadurch ihre Funktion. Offenbar hilft in diesem Falle ein Bestreuen mit einer dünnen Schicht von Kalkpulver (und ein Bespritzen mit Tabakextrakt). Außerdem benutzt man Rollen, Besen oder Bindfäden, die über das Haferfeld geschleift werden.

Die *Raupen einiger Schmetterlinge* fügen den Getreidearten manchmal bedeutenden Schaden zu. So befällt die Raupe der *Wintersaateule* (Agrotis segetum)[1] auflaufenden Winterweizen und Roggen, indem sie sich nachts von ihren jungen Blättern ernährt und sich tagsüber zwischen den Erdklümpchen verkriecht. Die

[1] Außerdem kommt oft die Raupe von Hydroecia nictitans vor, sie hat aber nur geringere Bedeutung; ihre Schäden wurden im Osten festgestellt.

Beschädigungen erstrecken sich manchmal über riesige Saatflächen. Die befallenen Stellen sind von weitem als schwarze Fehlstellen sichtbar.

Als *Gegenmaßnahmen* werden empfohlen: Eine nach Möglichkeit frühe und sorgfältige Brachebearbeitung des Feldes, um die Unkräuter zu vernichten und dem Schmetterling dadurch die Möglichkeit zu nehmen, die Eier auf dem betreffenden Felde abzulegen; Abmähen der Raine und Wege mit demselben Ziel; Ziehen von Furchen, in welche die Raupen hineinfallen und vernichtet werden können; Pflügen der Felder im Frühjahr, um die Raupen aufzufinden, die von Vögeln gern gefressen werden. In Zuckerrübenwirtschaften werden während der Flugzeit der Schmetterlinge auf den Feldern Krippen (aus Dachblech) mit gärendem Sirup (einem Nebenprodukt bei der Zuckergewinnung; dicke, braune, süße Flüssigkeit) aufgestellt, wobei der Schmetterling entweder durch das Licht einer Laterne oder sogar durch den Geruch des gärenden Sirups angelockt wird. Das wirksamste Mittel ist eine unkrautreine Brache, auf der nach den Mitteilungen der Poltawaer Station die Zahl der Eulen minimal ist (Kurdümow).

Von den *Fliegen und Mücken* ist dem Getreide am schädlichsten die *Hessenfliege* (Cecidomyia destructor). Sie erzeugt 2 Generationen und kann deswegen sowohl im Herbst als auch im Frühjahr Schaden anrichten. Die Herbstgeneration schädigt die auflaufende Winterung, wobei die Entwicklung des mittleren Triebes stehenbleibt; ferner werden die Pflanzen gelb und können ganz absterben. Die Larven verteilen sich gewöhnlich zu mehreren direkt am Blattansatz. Im Frühjahr sind die Beschädigungen andersartig. Gewöhnlich ist die Pflanze noch in der Lage, einen Halm zu bilden, aber dann knickt der Halm an der Stelle um, wo die Larven an ihm gesaugt haben und das Feld sieht aus, als wenn es von Tieren niedergetrampelt wurde.

Als *Bekämpfungsmaßnahmen* der Hessenfliege wurden empfohlen: Späte Einsaat der Winterung, was über eine gewisse Grenze hinaus an sich nichtwünschenswert ist; Anbau von Lockpflanzen. Leichter auszuführen ist: Verbrennen der Stoppel und Frühjahrsdüngung der beschädigten Winterung mit Salpeter, damit die Pflanzen wenigstens zum Teil das wiederherstellen können, was sie im Herbst verloren hatten.

Die *Fritfliege* (Oscinis frit) tritt im Frühjahr auf und legt ihre Eier in die auflaufende Sommerung ab, besonders auf Weizen und Gerste. Die Larven fressen innerhalb der mittleren Triebe der jungen Saaten Gänge und rufen dadurch ein Gelbwerden und Absterben derselben hervor; andererseits verursachen sie die Bildung neuer Triebe, die den Larven neue Nahrung liefern. Die Fliege hat mehrere Generationen.

Die *gelbe Halmfliege* (Chlorops taeniopus) legt ihre Eier auf den oberen Blättern des Weizens, des Roggens, der Gerste und der wildwachsenden Getreidearten ab. Die Raupen, die von der Ähre her an der Peripherie des Halmes einen Gang machen, verhindern die Entwicklung der Pflanzen; diese erreichen nicht die Größe wie die gesunden und bilden unter diesen sozusagen eine zweite Etage.

Von den Hautflüglern sind für das Getreide die *Halmwespen* gefährlich, die Cephusarten. Die Larven leben in den Halmen, sie ernähren sich von dem Parenchym und steigen danach in das untere Ende des Stengels in die Nähe der Erdoberfläche und verpuppen sich dort, nachdem sie vorher eine ringförmige Furche an der zukünftigen Bruchstelle des Halmes eingefressen haben. Die derart angefressenen Halme fallen um; das Bild ist dasselbe wie bei der Beschädigung durch die Hessenfliege. Jedoch kann man nach der Schnittfläche des Halmes die Beschädigungen dieser Insekten unterscheiden. Die Schnittfläche der Halm-

wespe ist gewöhnlich glatt, waagerecht, während sie bei der Hessenfliege ungleichmäßig ist, weil sie nicht das Ergebnis des Fraßes, sondern des Windbruches der durch das Saugen geschwächten Halme ist. Gewöhnlich wird empfohlen, die Stoppeln mit den Puppen der Halmwespe im Herbst unterzupflügen.

Zu dieser Familie gehört auch die *Isosoma*, deren Larven (Knotenwurm) in den Getreidehalmen leben.

Im Süden wird das Getreide in bedeutendem Umfange vom *„Schildkrötchen"* und der *„maurischen Wanze"* (Eurygasterarten) befallen.

Von den *Thrips*arten richten den größten Schaden der *Phloeothrips frumentaria* und der *Roggenthrips* (Thrips secalina) an. Der erstere ruft die bekannte Erscheinung der Schartigkeit hervor, wenn er die einzelnen Fruchtknoten aussaugt, und die Weißährigkeit der Ähre, wenn er die Ansätze ganzer Ährchen ansticht. Der zweite bewirkt durch Anstechen Weißwerden und Absterben entweder der ganzen Ähre oder eines Teiles, manchmal verursacht er auch Weißährigkeit der Ähre.

Von den *Geradflüglern* richten den größten Schaden die *Heuschreckenarten* an, von denen bei uns im Süden am häufigsten vorkommen: die *Wanderheuschrecke* (Pachytylus migratorius) und die *italienische Heuschrecke*, zum Teil auch die *marokkanische Wanderheuschrecke* (Stauronotus maroccanus). Gegenmaßnahmen sind: Eintreiben der nichtfliegenden Heuschrecken in Gräben, das Zerdrücken mit Schleifen, das Umpflügen der mit Eiern belegten Stellen, das Bespritzen mit insekticiden Mitteln (Pariser Grün u. a. m.)[1].

Außer den Insekten können auch andere Tiere das Getreide schädigen. Hier sei nur der Schaden erwähnt, der den jungen Winterungspflanzen durch die *Nacktschnecken* zugefügt wird, die sich besonders in feuchten Jahren vermehren. Eine der wirksamsten Maßnahmen ist das Bespritzen mit 10proz. Eisenvitriollösung[2].

23. Wichtige Literatur.

A. Ältere Literatur.

Neben den allgemeinen Handbüchern von Stebut, Blomeyer, Wollny und Semmler[3]:

Arnold: Der Hafer. Arbeiten der Saratower Station, H. 8.
— Die Hirse. Ebenda H. 7.
Atterberg: Einteilung der Gersten- und Hafersorten. J. Landw. 1899; Landw. Versuchsstat. 1891.
Batalin: Die in Rußland angebauten hirseartigen Pflanzen.
— Die russischen Spelzweizensorten. 1885.
— Die in Rußland angebauten Reisvarietäten. 1891.
Beljajew u. Periturin: VII. Bericht über Vegetationsversuche; ebenfalls Annalen des Moskauer Landw. Inst. u. a. Berichte.
Bestockung des Getreides: Referat über die Arbeiten von Toporkow, Kossowitsch u. Korolew in Wollnys Forsch. a. d. Gebiet der Agrikulturphysik. 1894.
Biologie der Getreidearten: Übersicht in Landw. u. Forstw. 1897 (Februar u. März).
Bogdanow: Die Weizen des Südwestgebietes. Ebenda 1890.
Budrin: Spezieller Ackerbau. 1. 1902.
Bytschichin: Aufzeichnungen der Südrussischen Landw. Ges. 1904.
Dojarenko: Wege zur Hebung der Winterungserträge. Bull. des Versuchsfeldes d. Akad. in Petrowsko-Rasumowskoje 1919 u. a. Nr.
Dospewski: Der Reisbau in Italien und bei uns. Plowdiv 1912 (bulgarisch).

[1] Näheres siehe im Kursus von Prof. Kulagin: Die schädlichen Insekten. 1913. — Ebenfalls Kurdjumow: Die hauptsächlichsten Insekten, welche die Körnergetreidearten beschädigen. 1913; und andere Spezialwerke.

[2] Näheres siehe in der Broschüre von Vavilow: Die Nacktschnecken. Moskau 1910.

[3] Stebut, I. A.: Die Grundlagen des Ackerbaues. Moskau 1881. — Blomeyer: Die Kultur der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. 1889. — Wollny: Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. 1885. — Semmler: Tropische Landwirtschaft.

Flachsberger: Die Bestimmungstabellen des Weizens. 1913.
Fortunatow: Roggenerträge im europäischen Rußland.
Früwirth: Die Züchtung der vier Hauptgetreidearten, 4. 1907.
Garola: Les céréales.
Harz: Samenkunde.
Heuze: Les plantes céréales.
Körnicke u. Werner: Handbuch des Getreidebaues. 1885.
Kraus: Die Lagerung der Getreide. 1908.
Kulagin: Die schädlichen Insekten und ihre Bekämpfungsmöglichkeiten. 1913.
Liebscher: Der Verlauf der Nährstoffaufnahme. J. Landw. 1886.
Mais: Handbücher von Brunst, Mirik, Bensin, Mikel.
Maurizio: Getreide, Mehl und Brot. 1903.
Modestow: Über das Wurzelsystem. Annalen d. Akad. in Petrowsko-Rasumowskoje 1916 (daselbst ausführlicher Literaturnachweis über das Wurzelsystem).
Nachrichten über die Kultur wertvoller Pflanzen im Kaukasus. Lief. 2 u. 5.
Nowacki-Kostytschjew: Die Getreidearten. 1899.
Pissarew: Das Tuluner Versuchsfeld. 1913.
Regel: Das Protein im Korn der russischen Gerste. 1909. — Die glattgrannigen Gersten u. a. Arbeiten über Gerste in: Arb. d. B. f. angewandte Bot. 1910 u. folg. Jahre.
Rimpau: Kreuzungsprodukte der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. 1891.
Rissler: Der Weizen (Physiologie und Anbau).
Rostowzew: Die Phytopathologie.
Rotmistrow: Das Wurzelsystem. J. exper. Landw. 1908.
Rümker, v.: Getreidezüchtung. 1890.
Sabanin: Die Hirse. Enzyklopädie von Devrient.
Schellenberg: Die Lage der Bestockungsknoten. 1902.
Schindler: Der Getreidebau. 1919.
Schoute: Die Bestockung des Getreides. 1910.
Schulz: Die Geschichte der kultivierten Getreidearten. 1913.
Shegalow: Beiträge zur Roggenzüchtung. 1914.
Skalosubow: Die Weizen des Gouvernements Tobolsk.
Sleskin: Übersicht über die Untersuchungen des Wasserverbrauchs durch die Pflanzen. Landw. u. Forstw. 1895 (Januar).
— Die Körnergetreidearten. 1904.
Sofronow: Die in Rußland angebauten Gerstensorten. Warschau 1901.
Stebut: Der Sommerweizen. Saratower Zuchtstat. 3, 1914.
Talanow: Der Mais. 1909.
Thiele: Der Maisbau.
Toporkow: Über die Biologie des Winterweizens. Landw. u. Forstw. 1899.
Tschernjajew: Die russischen Weizen.
Vavilow: Immunität der Pflanzen gegen Infektionskrankheiten. Mitt. d. Akad. in Petrowsko-Rasumowskoje 1919.
Vries, de: Pflanzenzüchtung. 1908.
Wassiljew: Die Pflanzen Asiens und des Kaukasus. Nachr. d. Landw. Inst. 1904.
Wollny: Die Kultur der Getreidearten.

B. Nachtrag zur 7. Auflage.

Alexejew: Die Gründüngung. Moskau 1927.
Arnold: Über die Einteilung von Panicum miliaceum. Arb. d. angew. Bot. 14, Nr 1.
Batyrenko: Die Winterweizensorten in den Jahren 1924—25. Charkow 1926.
— Die Sommerweizensorten in den Jahren 1923—26. Charkow 1927.
Becker: Handbuch des Getreidebaues. 1927.
Bondarzew: Die Krankheiten der Kulturpflanzen. 1927.
Borissenko: Die Zuchtsorten Sowjet-Rußlands. 1928.
Brzesizky u. Guschtschin: Zur Erforschung des Reises von Asarbeidschan. Arb. d. angew. Bot. 16.
Diebold: Die Winterweizensorten der Ukraine. 1926.
Egu: Zur Methodik der Buchweizenzüchtung. Arb. d. angew. Bot. 16.
Flachsberger: Die Bestimmung der echten Getreidearten. 1923.
Pissarewsky u. Tschishow: Die Ansammlung von Trockensubstanz, Asche und stickstoffhaltigen Substanzen bei der Reife des Getreides. Saratow 1926.
Goworow: Hauptergebnisse der Arbeiten der Moskauer Zuchtstation. 1924.
Iwanow: Der gegenwärtige Stand der Frage der Dürrwiderstandsfähigkeit. Arb. d. angew. Bot. 1923.
— Über die Wege der Untersuchung von Braugersten. 1928.

Jakuschkin: Die Weizenarten der Krim.
— Die Hartweizen.
Kaulman: Die technische Bewertung des Kornes. Arb. d. Zuchtstat. d. Landw. Akad. in Petrowsko-Rasumowskoje, Nr 6.
Katschinsky: Das Wurzelsystem. Arb. d. Moskauer Landw. Versuchsstat. 1925, H. 7.
Kulagin: Schädliche Insekten. 1913.
Kurdümow: Die wichtigsten Insektenschädlinge der Körnergetreide. 1913.
Lebedjänzew: Arb. d. Station Schatilowo.
Lebow: Anleitung zur Saatenanerkennung usw. Kijew 1927.
Lewschin u. Nesterow: Ergebnisse der Sortenprüfungen bei Winterweizen (1922—26). Kijew 1927.
Maximow: Die physiologischen Grundlagen der Dürrewiderstandsfähigkeit. 1926.
Meister: Roggen-Weizen-Bastarde.
— u. Arnold: Die Hirse. 1925.
Philiptschenko: Spezielle Genetik 1927.
Pissarew: Die frühreifen Weizen Sibiriens. Arb. d. angew. Bot. 16.
— Die Weizen des Gouvernements Irkutsk. Irkutsk 1922.
Puschkarew: Untersuchungen des Wurzelsystems. Bull. d. Stat. Restow-Nachitschewan, 183.
Renard: Beiträge zur Gerstenforschung. Gorki 1926.
Roshdestwensky u. Saslawsky: Hauptfolgerungen aus den Feldversuchen 1913—22. Charkow 1924.
Shegalow: Einführung in die Züchtung. 2. Aufl.
Shukowsky: Die Aegilopsarten. Arb. d. angew. Bot. 18 (1928).
Snamensky: Die für den Feldbau schädlichen Insekten. 1926.
Solakow: Die Hafersorten. Kijew 1922.
Frau Stoletow: Emmerspelz. Arb. d. angew. Bot. 14.
Talanow: Pflanzenzüchtung und Saatgutbau in der Sowjetunion. 1924.
— Die Sommerweizen-Sortenprüfungen 1924—25.
— Die besten Maissorten. 1923.
Tschingo-Tschingas: Die Weizenarten des Südostens in bezug auf ihren mehlbacktechnischen Wert.
Frau Uklonski: Die turkestanischen Reissorten. Arb. d. angew. Bot. 16, Nr 1.
Vavilow: Die Herkunftszentren der Kulturpflanzen.
— Die Feldfrüchte des Südostens. 1922.
— u. Fr. Jakuschkin: Über die Phylogenese des Weizens. Arb. d. angew. Bot. 16 (1926) und 15, Nr 1.
Wargin: Ergebnisse der Arbeiten der Versuchsfelder des Uralgebietes. 1924.
Worobjow: Die Sorten der wichtigsten Feldfrüchte der Ukraine. 1923.
Zade: Der Hafer. 1918.
Zinserling: Die nördlichen Grenzen des Ackerbaues. Arb. d. angew. Bot. 15 (1925).

II. Kulturpflanzen mit eiweißreichen Samen.

(Samenleguminosen.)

Die Pflanzen dieser Untergruppe der Körnerfrüchte gehören sämtlich zur Familie der Papilionaceae und zeichnen sich durch *eiweißreiche* Samen aus. Man darf diesen Reichtum allerdings nicht so auffassen, daß das Eiweiß unter den Bestandteilen des Kornes vorherrschend ist, weil, wie wir weiter unten sehen werden, die Samen der hierhergehörigen Pflanzen meistens in überwiegender Menge nicht Eiweiß, sondern stickstoffreie Extraktstoffe enthalten, also ebenso wie die Getreidearten. Dieser Reichtum ist nur *relativ*, er fällt nur auf beim Vergleich des Eiweißgehaltes der Samen der Leguminosen mit dem Eiweißgehalt der Samen der in der ersten Untergruppe bereits behandelten Pflanzen. Dort sahen wir, daß die Getreidekörner durchschnittlich etwa 12% Eiweiß enthalten, in einzelnen Fällen (Reis) sogar nur 7—8%. Unter günstigeren Verhältnissen steigt der Eiweißgehalt bis auf 20% (bei Hartweizen im Osten). Bei den Leguminosen dagegen sinkt der Eiweißgehalt im ungünstigsten Falle (Erbsen) bis auf 22%; im günstigsten Falle (gelbe Lupine) erreicht er 45%. Im Durchschnitt enthalten

die Leguminosen *doppelt* so viel Eiweiß wie die Getreidearten, die Lupine sogar 3mal so viel, manchmal das 4fache und noch mehr.

Der hohe Eiweißgehalt der Leguminosensamen macht die Entwicklung ihrer Kultur zu einer notwendigen Ergänzung zu der im Zusammenhang mit der Zunahme der Bevölkerungsdichte notwendigen Ausdehnung des Kartoffelbaues, weil die Kartoffel, obwohl sie die Trockensubstanzerträge verdreifacht, den Eiweißertrag von der Flächeneinheit nicht verdreifacht. Mit anderen Worten: das Verhältnis der stickstoffhaltigen Substanzen zu den stickstoffreien (Stärke) ist in der Kartoffel weiter als im Getreide (1 : 10 in der Kartoffel gegen 1 : 6 im Roggenkorn). Indessen ist dieses Verhältnis bei den Leguminosen noch bedeutend enger als beim Getreide, oft beträgt es 1 : 2. Deswegen genügt es, den Kartoffeln etwas Erbsenmehl hinzuzusetzen, um das Verhältnis auf eine dem Getreide entsprechende Höhe zu bringen.

Man darf allerdings bei der Bewertung des Nährstoffgehaltes einer solchen Mischung nicht vergessen, daß sie etwa 33 % Trockensubstanz enthält, während das Brot 60 % aufweist. Deswegen muß man von dieser Mischung entweder entsprechend mehr essen oder beim Backen einen bedeutenden Teil Wasser entfernen, um sie auf diese Weise dem Brot anzupassen[1].

Der absolute Eiweißertrag von der Flächeneinheit kann bei Erbsen und Bohnen das Doppelte des Eiweißertrages bei Roggen betragen. Deswegen erlaubt die Verbreitung des Leguminosenbaues, falls sie mit der Ausdehnung des Kartoffelbaues parallel läuft, die Produktivität der Feldwirtschaft sowohl hinsichtlich des Eiweißes als auch der Kohlenhydrate zu steigern. So kann z. B. der Ersatz eines Teiles der Brache und Roggenfläche durch den Anbau von Kartoffeln und Erbsen beinahe *4mal* soviel Nährstoffe liefern (mit dem gleichen Verhältnis von stickstoffhaltigen zu stickstoffreien Substanzen) als Roggen, der nach Brache bestellt wird (die Umrechnung erfolgt natürlich auf Trockensubstanz)

In dieser Hinsicht ist Rußland weit hinter Deutschland zurückgeblieben, wo der Anbau eiweißreicher Leguminosen eine weit größere Rolle spielt als bei uns (bei gleichzeitig größerer Entwicklung des Kartoffelbaues und anderer Hackfrüchte, die eine Menge Kohlenhydrate erzeugen). Die Einführung der Leguminosen ist bei uns im Norden sehr wichtig, weil nicht nur die Nährstoffproduktion des Sommerungsschlages erhöht wird, sondern weil man auch den Eiweißgehalt in den Futtermitteln steigert, denn nicht nur das Korn sondern auch das Stroh der Leguminosen ist viel eiweißreicher als das Stroh der Getreidearten.

Es sei außerdem auch noch darauf hingewiesen, daß das Eiweiß der Speiseleguminosen sich bedeutend besser bezahlt macht als das Eiweiß der Futtermittel. Überhaupt wird bei der Umsetzung der letzteren in Fleisch und Fett im Tierkörper ein sehr hoher Prozentsatz an Substanz zerstört; nur etwa 15 % der Kalorien der Nahrung werden bei der Mast festgehalten, der Rest wird vom Organismus selbst verbraucht. Von diesem Standpunkt aus ist es begreiflich, daß die Bauern einiger Gebiete des Gouvernements Moskau in Zeiten der Hungersnot aufhörten, einige Samenleguminosen (Wicken) als Futtermittel anzusehen, sondern sie zu den menschlichen Nahrungsmitteln rechneten; gemahlene Wickensamen dienen zur Brotherstellung, z. B. bei einem Zusatz von 20 % Wickenmehl zu Roggenmehl. Der Mangel an Stallmist spricht ebenfalls dafür, gerade den Leguminosen eine größere Fläche im Sommerungsschlag zuzuteilen, weil sie nicht nur ohne Stickstoffgabe (z. B. bei einer Gabe von nur 15 dz/ha Asche) eine eiweißhaltige Ernte liefern können, sondern weil sie außerdem auch noch den Boden mit Stickstoff anreichern, wodurch der Ertrag der auf die Leguminosen folgenden Frucht erhöht wird. Diese Fähigkeit ist besonders bei den Lupinen

[1] Siehe im Kapitel über die Kartoffel, wo von der Brotbereitung die Rede ist.

stark ausgeprägt, durch deren Anbau es möglich wird, auf armen Sandböden ohne Stallmist auszukommen; hierdurch wird der Charakter solcher Wirtschaften völlig verändert, indem ihre Fruchtbarkeit in hohem Maße erhöht wird. Außer der Aneignung des Stickstoffs besitzen einige Leguminosen (jedoch lange nicht alle, wie häufig angenommen wird) die Fähigkeit, schwer lösliche mineralische Nährstoffquellen auszunutzen. Hinsichtlich der Phosphate ist diese Fähigkeit am deutlichsten bei der Lupine ausgeprägt und auch bei der Erbse. Bei den übrigen Leguminosen ist sie entweder nicht erwiesen oder sie ist lange nicht so groß wie bei der Erbse und namentlich bei der Lupine.

In ihren *Ansprüchen an das Klima* ist die Gruppe der Samenleguminosen nicht gleichartig; dies gibt uns die Möglichkeit, für die verschiedenen Breitengrade die entsprechenden Leguminosen auszuwählen. So gehen Erbsen und Wicken (zusammen mit Roggen, auch Gerste und Hafer) weiter nach Norden (in Norwegen bis zum 63.° n. Br.; im Osten dagegen sinkt diese Grenze weiter nach Süden ab) als Pferdebohnen, die in den Fruchtfolgen Westeuropas gewöhnlich den Winterweizen begleiten[1], während im Süden Mais und Fisole ein ähnliches „Freundschaftspaar" bilden. Nach westeuropäischen Angaben unterscheiden sich die hauptsächlichsten Leguminosen folgendermaßen in der Länge ihrer Vegetationsperiode:

Erbsen	4 Monate	Lupinen	5 Monate
Wicken zur Samengewinnung	$4^1/_2$ „	Fisole	5 „
Linsen und Platterbsen	$3^1/_2$ „	Sojabohnen	5 „
Pferdebohnen	$5^1/_2$ „		

Diese Angaben sind jedoch nur schematisch; von jeder Pflanzenart gibt es frühreifere Rassen, die für unseren Norden von größerem Interesse sind. Als Beispiel sei hier angeführt, daß W. N. Wargin für das Gouvernement Perm eine Pferdebohne gezüchtet hat, die nicht später ausreift als die bodenständigen Hafersorten[2].

Wir wollen folgende Leguminosen betrachten: Ackererbse, eßbare Platterbse, echte Kicher, Ackerbohne, Linse, Wicke, Fisole, Sojabohne, Erdnuß und Lupine. Diese Pflanzen kann man nach ihren botanischen Merkmalen ungefähr in folgende 3 Gruppen einteilen:

1. *Pflanzen mit gefiederten Blättern und mit Keimlappen, die im Boden bleiben* — Erbse, Platterbse, echte Kicher, Linse, Bohne und Wicke;

2. *Pflanzen mit dreizähligen Blättern und mit Keimlappen, die nach außen treten* (grün werden) — Fisole, Sojabohne und

3. *Pflanzen mit lanzettlichen Blättern und mit Keimlappen, die ebenfalls nach außen treten* — die Lupinen.

Die Zusammensetzung der Leguminosensamen kann durch folgende Mittelzahlen in Prozent wiedergegeben werden:

	Trockensubstanz	Eiweiß	Fett	N-freie Substanz	Rohfaser	Asche
Ackererbse	86,8	22,4	3,0	52,6	6,4	2,4
Platterbse	86,0	25,6	1,9	50,0	5,4	3,2
Linse	87,5	23,8	2,1	53,9	4,9	2,8
Ackerbohne	86,0	25,0	1,6	46,7	9,4	3,5
Wicke	86,4	27,5	2,3	47,2	6,7	2,7
Fisole	86,0	23,1	2,8	50,0	3,8	3,2
Sojabohne	90,0	33,0	18,0	30,0	4,2	—
Lupine	87,2	35,4	5,3	29,2	13,8	3,5

[1] Linse und Roggen begleiten einander ebenfalls nicht selten; doch hier wirkt die Beschaffenheit des Bodens mit, dessen Fruchtbarkeit dann für Weizen, Erbsen und Bohnen nicht zu genügen pflegt.

[2] Siehe die Ergebnisse, die weiter unten bei jeder einzelnen Kulturpflanze angeführt werden.

Wie wir sehen, sind Linse und Erbse stärkereicher als die übrigen Leguminosen, die Lupinen dagegen nehmen die erste Stelle im Gehalt an stickstoffhaltigen Substanzen ein; aber je nach der Art schwankt der Eiweißgehalt auch bei ihnen zwischen 27 und 45%. Was die Natur der Eiweißarten anlangt, so wurden die Eiweißarten der Leguminosen früher zu den Kaseinen gerechnet. Aber spätere Arbeiten zeigten, daß es richtiger ist, einen bedeutenden Teil von ihnen den Globulinen zuzuteilen, weil sie in Salzlösungen löslich sind. Viel wichtiger ist übrigens eine andere Tatsache als das Verhältnis zu den Lösungsmitteln; nämlich die, daß die Eiweißarten der Leguminosen bei der Hydrolyse alle gewöhnlichen Bestandteile des Eiweißmoleküls ergeben und als vollwertige Quellen stickstoffhaltiger Substanzen in der Nahrung erscheinen.

Unter den Kohlenhydraten herrscht am häufigsten die Stärke vor, die zum Teil mit dem Rohrzucker zusammen auftritt. In einigen Fällen wird jedoch die Stärke durch die Galaktane ersetzt (Lupine[1]). Durch hohen Fettgehalt zeichnen sich die Sojabohne und vor allem die Erdnuß aus.

Es sei bemerkt, daß sich die mittlere Zusammensetzung unserer Leguminosen von den oben angeführten Angaben, die hauptsächlich E. Wolff entnommen sind und sich auf westeuropäische Verhältnisse beziehen, erheblich durch höheren Eiweißgehalt unterscheidet. So berechnete N. N. Iwanow[2] aus zahlreichen Analysen von Leguminosensamen aus den verschiedenen Teilen der Union folgende Mittelzahlen für den Eiweißgehalt:

Erbse %	Linse %	Wicke %	Bohne %
28,7	30,7	35,2	31,2

Infolgedessen muß die Bewertung der Leguminosen als Nahrungsmittel bei uns noch höher als im Westen sein.

Es muß darauf hingewiesen werden, daß die Zahlen für den Eiweißgehalt in dieser Arbeit nach dem Koeffizient N × 5,7 und nicht nach N × 6,25, wie in der früher angeführten Tabelle, berechnet worden sind; aber sie beziehen sich auf die Trockensubstanz. Weil sich beide Abweichungen im ganzen gegenseitig ausgleichen, so sind die Zahlen vergleichbar. Außerdem ist in unseren Leguminosen viel weniger Rohfaser festgestellt worden; jedoch macht die Verschiedenartigkeit der Methoden in diesem Falle die Zahlen schwer vergleichbar.

Das *Stroh* der Leguminosen unterscheidet sich vom Getreidestroh ebenfalls durch höheren Eiweißgehalt (8—14%), was seinen Futterwert erhöht. Dient es dagegen zur Einstreu, wie z. B. die groben Bohnenstengel, so wird der Stallmist stickstoffreicher als bei Einstreu von Roggenstroh.

1. Die Erbse (Pisum L.).

Man unterscheidet zwei Formen dieser Art: Pisum sativum — *die gewöhnliche Ackererbse* und Pisum arvense — *die Futter- (graue) Erbse*. Beide besitzen gefiederte Blätter und stark entwickelte Nebenblätter. Die Blattstiele enden in Blattranken. Beide bilden lange, vielsamige Hülsen und runde Samen mit fleischigen Keimlappen aus, die bei der Keimung in der Erde bleiben. Die Unterscheidungsmerkmale der beiden Formen sind folgende: Die gewöhnliche Ackererbse besitzt weiße Blüten, meist runde und hell gefärbte (weiß, gelb, grün) Samen; die Blätter bestehen aus vier und mehr Blattpaaren. Die Blüten der Felderbse sind vorwiegend violett oder rot gefärbt, die Samen eckig und dunkler gefärbt (grau,

[1] Siehe Koehler: Erbsen, Bohnen, Wicken usw. Landw. Versuchsstat. 55.

[2] Siehe N. N. Iwanow: Über die Stabilität der chemischen Zusammensetzung der Leguminosen. 1927.

braun, schwarz). Die Nebenblätter zeigen an der Ansatzstelle rote Flecken; die Blätter bestehen aus weniger Blattpaaren (2—3).

Die *Felderbse* (Pisum arvense) wird von vielen Autoren als die Ursprungsform der Kulturerbse angesehen. Sie ist in Kanada verbreitet, wird in einigen Gegenden Ostpreußens und bei uns im Westen unter dem Namen Peluschke und Sanderbse als Pflanze angebaut, die weniger anspruchsvoll an den Boden ist. Weil sich ihre Samen schwer kochen lassen und ihr Mehl der Suppe eine schwarze Färbung verleiht, so ist diese Erbse eher eine Futtererbse; die Samen werden als Beifutter zu hartem, grobem Futter, die blühenden Pflanzen als Grünfutter und Heu verwendet. Die Futtererbse ist auch zur Gründüngung geeignet als *Ersatz für Lupine* in nördlichen Gegenden, wo man keine Möglichkeit besitzt, den Wirtschaftsbedarf mit eigenen Lupinensamen zu decken. Außerdem wird darauf hingewiesen, daß diese Form besser als die gewöhnliche Erbse *Moor*böden verträgt, die bei uns im Norden so häufig vorkommen.

Die Mehrzahl der angebauten Erbsen*sorten* gehört zu Pisum sativum, weil diese Form ertragreicher ist und bessere Samen liefert. Man unterscheidet die Sorten in erster Linie nach der *Färbung der Samen*: es gibt *grüne* Sorten, wie z. B. die *kleine grüne* Erbse, eine frühe Sorte mit kurzer Vegetationsperiode, und die *große grüne* Erbse, von der frühe und späte Sorten bekannt sind. Von den *weißen* Sorten seien genannt: die *kleine weiße* Erbse und die *große weiße* oder die *Viktoriaerbse*. Man kennt auch gelbe Sorten, z. B. die *Wachserbse*. Ferner unterscheidet man die Sorten nach dem Wuchs — niedrig und hochwachsend; die letzteren sind allerdings nur für Gemüsegärten von Bedeutung. Die Gartensorten teilt man ein in Zuckererbsen und Palerbsen. Von den ersteren werden die ganzen Hülsen zur Nahrung verwendet (in einem gewissen Stadium); deswegen soll die Schale nicht zu zähe und lederartig und nicht zu holzig sein. Von den letzteren werden nur die Samen verwendet.

Die sog. „jungen grünen Erbsen" sind unreif geerntete und getrocknete Erbsenkörner; je früher die Ernte desto besser der Geschmack und die Bewertung, desto geringer aber auch der Ertrag.

Mit Markerbsen werden solche Sorten bezeichnet, deren Samen bei der Reife stark zusammenschrumpfen (infolge Wasserverlustes entstehen auf den obersten Schichten Falten). Die *Stammerbse*, die von D. L. Rudsinsky (Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje) gezüchtet worden ist, hat zum Unterschied von der gewöhnlichen Saaterbse nur einen stark verdickten unverzweigten Stengel; ihre Blüten sind am oberen Teil des Stengels in der Form eines Schirmes zusammengedrängt.

Die Verdickung des Stengels tritt erst etwa 2 Wochen vor Beginn der Blüte auf und wird in einer Entfernung von 18—26 cm von der Erdoberfläche bemerkbar. Durch dichte Saat wird die Verdickung des Stengels abgeschwächt oder tritt gar nicht auf. Diese Erbse lagert weniger als die gewöhnlichen Sorten. Aber auch beim Lagern erheben sich die regenschirmartigen Blüten mit Hilfe einer Biegung des Stengels über die Erdoberfläche und schützen auf diese Weise die Früchte vor der Berührung mit feuchtem Boden. Die beschriebene Blütenstellung fördert ein geschlossenes Abblühen und Ausreifen. Die Blüteperiode dauert 3—4 Tage gegenüber 7—14 Tagen und mehr bei der gewöhnlichen Ackererbse, bei welcher sich die Blüten allmählich von unten nach oben hin fortschreitend öffnen. Mit dieser Eigentümlichkeit ist eine außerordentliche Gleichmäßigkeit der Korngröße verbunden. Die Körner sind rosa-gelblich gefärbt, oft mit grünlichem Anflug, offenbar wenn zur Zeit der Reife Wärme und Belichtung ungenügend sind. Der Größe nach ähneln sie der Viktoriaerbse und reifen einige Tage früher als diese. — Die Hülsen enthalten im Mittel 4—5 Samen, die gut kochen und gute Geschmackseigenschaften besitzen. Im Ertrage steht diese Sorte den im Feldanbau gebräuchlichen Sorten von Pisum sativum nicht nach.

Die Sorten unterscheiden sich ebenfalls *in den Sameneigenschaften* — entweder nach äußerlichen (glatte, runde oder runzlige Samen von weniger regelmäßigen Formen) oder nach inneren, und zwar nach der *Kochfähigkeit* der Samen

obgleich diese Eigenschaft nicht nur von der Sorte abhängt. Nach Ritthausen z. B. hängt die mehr oder weniger gute Kochfähigkeit von der Zusammensetzung der Samen ab, die wiederum von der Zusammensetzung des Bodens und von den Entwicklungsbedingungen abhängt. Eine Erbse mit einem geringeren Gehalt an phosphorsauren Alkalien in der Asche läßt sich schwerer kochen und umgekehrt. Es ist auch bekannt, daß sich die Erbse in hartem Wasser (kalkreich) schwerer kochen läßt als in weichem Wasser. Es sind schließlich auch *Wintersorten* der Erbse bekannt; sie sind jedoch für uns bedeutungslos. Für uns ist es wesentlicher, frühe Sorten zu finden, die sich zum Anbau im Norden eignen, um der Erbse die Bedeutung einer Kulturpflanze für Speisezwecke zu verleihen, die eine bedeutende Stellung im Sommerungsschlag einnimmt und den ungenügenden Eiweißgehalt der Kartoffel ausgleicht. Die Erforschung der Sorten von diesem Standpunkt aus erfolgt u. a. auf der Zuchtstation der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje und auf anderen Versuchsstationen, wie der Westsibirischen, Tuluner Station u. a. m. Die Sorten, die in Petrowsko-Rasumowskoje (Rudsinsky, Schegalow, Gworow) gezüchtet worden sind, haben dadurch Bedeutung erlangt, daß sie den Verhältnissen des betreffenden Gebietes angepaßt sind und gute Kochfähigkeit besitzen[1]. Von den Sorten, die von anderen Stationen gezüchtet wurden, ist für die nördlichen Gebiete der „Tuluner Bastard" von Pissarew von Interesse, der sich nicht nur durch Frühreife sondern auch durch Größe und gute Kochfähigkeit auszeichnet. Die frühen Erbsensorten sind nicht nur für den Norden von Interesse. Z. B. liefern sie im Südosten, wo die Erbse unter Blattläusen leidet, einen gesicherteren Ertrag, denn die späten Sorten können dort infolge starken Blattlausbefalles ohne Ansatz bleiben[2].

Die *Zusammensetzung* der Samen ist weiter oben angeführt worden. Die Zahlen zeigen, daß die Erbse im Eiweißgehalt dem Fleisch entspricht, wenn man das eine mit dem anderen als Marktprodukt vergleicht, ohne auf Trockensubstanz umzurechnen. Außerdem enthält sie aber reichlich Stärke, die im Fleisch fehlt. Damit die Erbse keine „schwere" Nahrung wird, ist es notwendig, das Erbsenmehl dem Roggen- oder Weizenmehl hinzuzusetzen. Dann ergänzt sich der erhöhte Eiweißgehalt der Nahrung mit der für die Verdauung günstigen Porenstruktur, die durch den Kleber des Getreides hervorgerufen wird. Das Stroh, das etwa zwei Drittel der gesamten Ernte ausmacht, enthält etwa 8% Eiweiß und 32% sticksoffreie Extraktstoffe. Da sich das Stroh auf diese Weise durch einen weit höheren Eiweißgehalt und durch eine geringere grobe Beschaffenheit vom Getreidestroh unterscheidet, erscheint es auch gleichzeitig als ein nahrhaftes Futtermittel, sofern es bei der Aufbewahrung nicht verdorben und nicht von Pilzkrankheiten befallen ist.

An das *Klima* stellt die Erbse keine besonders hohen Ansprüche. Die Vegetationsdauer schwankt bei den verschiedenen Sorten zwischen 12—20 Wochen; deswegen können die früheren Erbsensorten bei der geringen Empfindlichkeit dieser Pflanze bis zum 60.° n. Br. und manchmal sogar noch weiter nördlich vordringen. Der Erbsenbau wird im Süden nicht durch das Klima, sondern durch die Feinde der Erbse eingeschränkt, von denen der Erbsenkäfer (Bruchus pisi) am schädlichsten ist, welcher einen Ersatz der Erbse durch andere Pflanzen veranlaßt, z. B. durch die Platterbse.

Die Erbse zieht die nicht zu bindigen, mittleren kalkhaltigen *Böden* vor. Auf zu festen Lehmböden, die unter Feuchtigkeitsüberfluß leiden, gedeiht sie nicht; auf bindigen Lehmböden gedeiht die Pferdebohne besser. Die Erbse ver-

[1] Siehe die Arbeit von Sosnin: Die Untersuchung der Kochfähigkeit der Erbsensorten. 1927.

[2] Siehe Vavilow: Die Feldfrüchte des Südostens. 1922.

trägt wie alle Leguminosen keine Böden, die zur Versumpfung neigen. Leichte Sandböden sind für die gewöhnliche Erbse ungeeignet; aber Pisum arvense kann hier noch angebaut werden (z. B. Ostpreußen).

In der *Fruchtfolge* wurde früher für die Erbse als günstige Stellung die zweite Stelle nach gedüngter Brache angesehen, wenn das Wintergetreide bereits den Stickstoffüberschuß des Stallmistes verbraucht hat[1], der Boden aber immer noch genügend aufnehmbare Mineralstoffe enthält. Die Stellung der Erbse nach Kartoffeln und überhaupt nach Hackfrüchten ist auch noch deshalb günstig, weil hier außer dem Vorrat an Nährstoffen auch noch die Unkrautreinheit des Ackers geschätzt wird. Wenn mineralische Düngemittel zur Verfügung stehen und im Preise erschwinglich sind, braucht man bei der Auswahl der Stellung der Erbse in der Fruchtfolge auf die Nachwirkung des Stallmistes weniger Rücksicht zu nehmen. Auf Erbsen folgt gewöhnlich Sommergetreide, das nach Erbsen bessere Erträge bringt als nach Getreide. Bei uns interessiert man sich jetzt in den Rübenwirtschaften für die Erbse als Vorfrucht zu Rüben. Wintergetreide kann auf Erbsen nur in Gegenden mit mildem Herbst und nicht zu trockenem Klima folgen, d. h. bei uns im Südwesten, in Polen usw. Bei Moskau kann die Erbse nur dann in der Brache bestellt werden, wenn sie unreif geerntet wird (Grünfutter und „Speiseschoten").

Ein ständiger Erbsenanbau auf demselben Schlage hat eine *Erbsenmüdigkeit des Bodens* zur Folge. Es ist möglich, daß es mehrere Ursachen für diese Erscheinung gibt, so daß diese Ursachen in verschiedenen Gegenden verschiedene sein können. Eine von ihnen ist aber mit Bestimmtheit auf dem Versuchsfeld in Göttingen festgestellt worden. Dies ist der Befall der Erbse durch die *Nematode* (eine andere Form als die Rübennematode). Je nach den Bodeneigenschaften tritt die Ermüdung nach verschiedener Zeit ein. Dementsprechend muß auch die Wiederkehr der Erbse auf demselben Felde nach verschiedenen Zeitabschnitten erfolgen (6—8 Jahre).

An *Düngemitteln* werden zu Erbsen am häufigsten Phosphate und Kalisalze gegeben. Ein Versuch zeigt, daß die Erbse öfter positiv auf eine Gabe Phosphoritmehl reagiert als der Hafer, was man wohl durch ein größeres Aufschließungsvermögen des Wurzelsystems der Erbse zu erklären suchen muß (außer der Tatsache, daß es für die Erbse kein „Stickstoffminimum" gibt, das sich bei uns so häufig beim Hafer geltend macht). Asche ist auf Böden der Waldbodenzone ein sehr brauchbares Düngemittel für die Erbse. Mit 15 dz/ha Birkenasche gibt man die vollständige Phosphatdüngung außer der Kali- und Kalkgabe. Auf den Böden des Nordens sind solche und sogar noch größere Aschegaben durchaus angemessen. Im Süden dagegen muß man mit Asche vorsichtig sein. Gips, der öfter als Düngemittel empfohlen wird, ist für Erbsen nicht immer geeignet, weil er häufig die Entwicklung der vegetativen Teile der Erbse begünstigt. Er verlängert die Vegetationsperiode und kann infolgedessen ähnlich wie die Stickstoffdüngemittel die Entwicklung von Läusen begünstigen.

Die Erbse verlangt eine etwas tiefere *Bodenbearbeitung* als die Getreidearten. Diese beginnt mit der Herbstfurche. Im Frühjahr gibt man entweder eine zweite Furche (in feuchtem Klima, auf feuchten Böden) oder man begnügt sich mit der Bearbeitung, die zur Unterbringung der Samen notwendig ist; in diesem Fall wird das Feld vor der Bestellung nur geeggt. Die *Saat* kann sehr früh erfolgen, weil die Erbse gegen Frühjahrsfröste wenig empfindlich ist. Eine frühe Bestellung der Erbsen ist anzustreben, weil die Erbsensamen zur Keimung sehr viel Feuchtigkeit verlangen (etwa 100% des Samengewichtes), weil die Ent-

[1] Bei Stickstoffüberschuß wird die Blüte der Erbse verzögert, die Fruchtbildung erfolgt nicht gleichmäßig, die zu starke Entwicklung des Krautes begünstigt außerdem die Entwicklung von Läusen.

wicklungsperiode verhältnismäßig lang und eine früh bestellte Erbse gegen Mehltau sehr widerstandsfähig ist. Außer der allgemeinen Saatgutreinigung muß hier noch speziell auf die Entfernung der Samen geachtet werden, die vom Erbsenkäfer *befallen* sind. Man kann sich z. B. den Umstand zunutze machen, daß solche Samen leichter sind als die gesunden, infolgedessen aussortiert werden können; beim Eintauchen in Wasser schwimmt der größte Teil von ihnen. Viel vollkommener wird dies aber durch Verwendung einer Salzlösung erreicht.

Nach Puschkarew ist es noch besser, zu diesem Zweck eine Salpeterlösung zu verwenden, die danach zur Düngung gebraucht werden kann. Das spezifische Gewicht der Lösung muß etwa 1,25—1,302 betragen. Man kann sie aber empirisch herstellen, indem man mit Salz (oder Salpeter) so lange sättigt, bis die kranken Samen schwimmen (zum Teil ändert sich diese Konzentration je nach der Erbsensorte, z. B. waren nach Puschkarew für die „Viktoria" 6,23 kg Salpeter je 10 l Wasser erforderlich, für die „Folger" dagegen nur 4,67 kg[1].

Manchmal werden die Körner zur Vernichtung des Erbsenkäfers bis auf 50° C erwärmt oder mit Dämpfen von Schwefelkohlenstoff behandelt. Dies kann z. B. folgendermaßen ausgeführt werden. Man schüttet die Körner in eine Tonne, deren Boden fein durchlöchert wird. Unter den Boden der Tonne stellt man eine Schale mit Schwefelkohlenstoff und isoliert den sich mit den Schwefelkohlenstoffdämpfen sättigenden Raum von der umgebenden Atmosphäre. Genaueres siehe bei Korab[2]. Es sei bemerkt, daß sowohl das Erhitzungs- wie das Schwefelkohlenstoffverfahren große Vorsicht verlangen, weil sie, wenn sie den Käfer töten, auch die Keimfähigkeit der Samen stark herabsetzen können. Die *Aussaatmenge* schwankt in den verschiedenen Gegenden; in unserem mittleren Schwarzerdegebiet werden gewöhnlich 1,3—1,5 dz/ha ausgesät, im Süden und Südosten weniger, im Norden dagegen mehr (bei Breitsaat). Weil die Stengel leicht lagern, wird die Erbse in Deutschland oft im Gemenge mit Pferdebohnen oder Hafer angebaut, die der Erbse als Stützpflanzen dienen; in Gemüsegärten werden die Erbsen zu gleichem Zweck unter Benutzung von Stangen angebaut. Großsamige Sorten erlauben *tieferes Unterbringen* (5—9 cm) der Samen; man muß dies häufig tun, damit die Samen nicht von Vögeln aufgefressen werden (diese rupfen die Samen an den Keimlingen heraus) oder, damit die Samen nicht durch die Egge herausgerissen werden, falls das Feld im Frühjahr bereits nach dem Auflauf noch einmal geeggt wird. Große Samen vertragen ein Zudecken sogar bis zu 15 cm — in diesem Fall wird natürlich der Auflauf bedeutend verspätet und geschwächt. Bei der oft angewandten Breitsaat werden die Samen am besten untergepflügt (Kultivatoren und Scheibeneggen sind besser als gewöhnliche Eggen). Es ist aber besser, die Erbsen zu drillen, entweder mit gleicher Reihenentfernung oder nach Art der „zweireihigen" Drillsaat, um später nur die breiten Streifen zwischen den Reihen zu hacken. Die *Pflegemaßnahmen* der Erbse können, falls sie überhaupt angewendet werden, beim Feldanbau entweder im Eggen oder Jäten bestehen, bei der Drillkultur im Hacken. Manchmal wird auch das *Umbrechen* der Saat angewendet, d. h. ein Umpflügen in einem frühen Entwicklungsstadium (wenn die Körner „spitzen") auf eine größere Tiefe als diejenige, in welche die Einsaat erfolgt ist. Dieses Verfahren wird dann benutzt, wenn die Aussaat früh erfolgt ist (in „schmierenden" Boden) und wenn sich eine Kruste bildet. Es ist aber nur dann anwendbar, wenn man keine Feuchtigkeitsverluste des Bodens beim Umpflügen zu fürchten braucht. Das Eggen der jungen Pflänzchen, das manchmal zur Lockerung und Unkrautvertilgung durchgeführt wird, verlangt große Vorsicht; z. B. darf es nicht morgens ausgeführt werden, wenn die vom Tau bedeckten Keimlinge

[1] Näheres siehe im Aufsatz von Puschkarew: Eine neue Methode zur Reinigung der Erbsen. Bull. d. Stat. Rostowo-Nachitschewan 1919, Nr 122.

[2] Siehe Korab: Anleitung für den Kampf mit den Erbsenkäfer. 1928.

sehr brüchig sind. Das Jäten mit der Hand erfolgt nur in Kleinbetrieben im Falle einer ungünstigen Witterung, die eine schnelle Entwicklung und das Zusammenschließen der Pflanzen verhindert. Unter gewöhnlichen Verhältnissen erdrückt die Erbse die Unkräuter selbst. Bei der Drillsaat ist die Grundlage der Pflegemaßnahmen das *Hacken* mit Hand- oder Pferdehacken, je nach der Fläche und anderen Umständen.

Die Fruchtbildung ist bei der Erbse zeitlich nicht so beschränkt wie z. B. beim Getreide, wo Blüte und Reife an allen Blüten der einzelnen Pflanzen gleichmäßiger erfolgen. Bei der Erbse kann dagegen die Reife der einen Blüte mit der Neubildung anderer zusammenfallen. Der Verlauf dieses Vorganges hängt in hohem Maße von der Witterung ab, die sich manchmal sehr ungünstig gestaltet; oft fängt es nach einer längeren Hitzeperiode an zu regnen, wenn die Fruchtbildung bereits fast beendet ist, wodurch neue Triebe, Blüten und Früchte gebildet werden. Auf diese Weise zieht sich die Reifeperiode in die Länge und dies erschwert naturgemäß wesentlich die Frage des Zeitpunktes der Erbsen*ernte*. Gewöhnlich wird geerntet, sobald die untersten Hülsen reif sind (weiß oder gelb werden), weil, wenn man die Reife aller Früchte abwarten will, die untersten leicht überreif werden, platzen und ausfallen, besonders wenn auf Regenwetter Sonnenschein folgt (abwechselnde Anfeuchtung und Austrocknung). Die Ernte erfolgt in nicht zu heißen Tagesstunden (bei Tau) mit der Sense, Sichel oder durch Rupfen mit der Hand, um Ausfall zu verhindern, wobei die ganze Pflanzenmasse in Kugeln zusammengerollt wird. Darauf bleiben die Erbsen in Kugeln oder Haufen liegen, wobei sie nach Möglichkeit nicht geschüttelt werden, um ein Ausfallen zu vermeiden, sondern nur langsam gewendet oder auf Kleereitern getrocknet werden, um das Wenden überhaupt zu umgehen. Die getrockneten Pflanzen werden danach zum Druschplatz abtransportiert, wo sie entweder mit Maschinen oder mit Flegeln gedroschen werden. Der Erbsenertrag erreicht oft 15 dz/ha wie die Getreideernte. Eine weitere Steigerung des Ertrages wird aber bei der Erbse offenbar schwieriger erreicht als beim Getreide. Die Mittelerträge übersteigen dagegen bei uns 7,5—10,5 dz/ha nicht.

Die Erbse hat ziemlich viel *Feinde*, sowohl tierische als auch pflanzliche Schädlinge. Von den *pflanzlichen Schädlingen* befällt der *Mehltau* oft (Erysiphe, Sphaerotheca, manchmal Peronospora viciae, falscher Meltau) die Erbsen, dessen Myzel einen weißen Belag auf den Blättern bildet, wodurch die Blätter ihre Funktion einstellen, welken und sich zusammenrollen. Wegen der oberflächlichen Verbreitung der Hyphen kann ein starker Regen den Pilz abwaschen und die Krankheit beenden. Auf kleineren Flächen kann man die Pflanzen mit Schwefelblume behandeln. So benutzte Blomeyer dieses Mittel erfolgreich im Laufe mehrerer Jahre; er benutzte dabei ein besonderes Gerät, das die Form einer konischen Schachtel mit durchlöcherten Boden besaß.

In einem Teil der Öffnungen dieses Bodens sind Faserbündel angebracht, so daß ein breiter Pinsel entsteht, der den Schwefel zerstreut.

Der Verbrauch an Schwefelblume je Hektar betrug bei ihm knapp 5 kg; ein Arbeiter bestreute bis zu 2 ha je Tag. Nach diesen Angaben zu urteilen, ist dieses Verfahren auch auf großen Flächen anwendbar. Zur Bekämpfung der Peronospora viciae wird Bordeauxbrühe empfohlen. Der *Rost* (Uromyces pisi), der die Erbse seltener befällt, ruft an Blättern und Hülsen rostige, zum Herbst schwarze Flecken hervor. Als Gegenmaßnahme kann das Verbrennen der Stoppeln und des Erbsenstrohes dienen, um die Sporen zu vernichten (und auch die Ausrottung der Euphorbia cyparissias, welche die Ädidien trägt). Von den *Insekten* ist der gefährlichste Schädling (besonders in Südrußland) der *Erbsenkäfer* (Bruchus pisi). Das Weibchen dieses Käfers legt Eier in die sich in dem Fruchtknoten bildenden

Samen. Die Larve und die erwachsene Winterform bleiben im Korn und ernähren sich von dessen Inhalt. Von der Entfernung solcher Körner und ebenfalls von ihrer Desinfektion ist weiter oben die Rede gewesen. Die *Läuse*, vor allem Aphis pisi, befallen hauptsächlich die zarten Pflanzenteile (die Spitzen); sie vermehren sich stark, saugen viel Saft aus den Pflanzen und verunreinigen sie außerdem durch ihre süßlichen Ausscheidungen, die als Lockmittel für Pilze dienen. Um dem Läusebefall vorzubeugen, empfiehlt es sich, frühe Sorten zu wählen, früh zu bestellen, wodurch die Pflanzenteile schneller hart werden (dasselbe wird durch Auswahl von Frühsorten erreicht) und Düngemittel zu vermeiden, die eine zu üppige Entwicklung des Krautes verursachen und die Entwicklung in die Länge ziehen. Das Abschneiden der Spitzen, wie es bei Bohnen angewendet wird, hilft hier nicht in dem Maße, weil es häufig eine Verzweigung der Erbse und infolgedessen eine noch größere Entwicklung zarter Teile hervorruft.

2. Die eßbare Platterbse (Lathyrus sativus L.)

ist kenntlich an den eckigen Samen, an einer abgeflachten, keilförmigen Kante dem Keimling gegenüber, an einer Hülse, die an der Naht mit zwei Flügeln versehen ist, an weißen oder rosa Blüten und an einpaarig gefiederten, schmalen Blättern, die, wie auch bei Pisum sativum in Ranken enden. Diese Erbse wird vor allem in Spanien, Italien, Südfrankreich und in unserem Südosten angebaut. Ihre Hauptbedeutung besitzt sie aber für den Süden, wo sie infolge des geringeren Befalles durch Erbsenkäfer und Läuse und infolge viel größerer Anpassungsfähigkeit an das trockene Klima und den trockenen Boden die Ackererbse verdrängt. Die Kulturmaßnahmen sind ähnlich wie bei der Erbse. Die Samen der Platterbse finden als Nahrungsmittel Verwendung (z. B. in der Gebirgs-Buchara). Man weiß, daß einseitiger Genuß dieser Samen in großen Mengen manchmal schädlich ist; unter diesen Verhältnissen kann die Platterbse die Erkrankung am „Lathyrismus", Konvulsionen und Lähmung der unteren Gliedmaßen, hervorrufen. Demzufolge darf die Platterbse nur einen geringen Teil der Nahrung zusammen mit anderen Produkten ausmachen. Es wird behauptet, daß, wenn das Wasser, in welchem die Samen gekocht werden, abgegossen wird, selbst Samen, die erwiesenermaßen schädlich sein können, unschädlich werden. Aber diese Frage ist noch nicht geklärt. Die giftige Wirkung der Platterbse macht sich nicht immer bemerkbar; sie hängt von irgendwelchen noch unerforschten Ursachen ab. Es ist sehr leicht möglich, daß die Schädlichkeit durch die Beimengung von Samen einer anderen Art, der sog. *roten Platterbse* (= Futterplatterbse, Lathyrus cicer) hervorgerufen wird. Diese Form, die kleine braune Samen besitzt, hat im Feldanbau eine recht geringe Verbreitung; sie wird stellenweise in Südfrankreich als Futterpflanze angebaut.

3. Die echte Kicher (Cicer arietinum),

in Persien „Nochotta", in Transkaukasien „Nachud" oder „Nohut", auch zweisamige Erbse („Pusyrnik = Blasenerbse, Schaferbse) genannt, hat unpaarig gefiederte Blätter, die stark mit Drüsenhaaren bedeckt sind. Daher wird sie in Sibirien auch stellenweise „Mochnatka = behaarte Erbse genannt. Diese Härchen enthalten einen an organischen Säuren reichen Saft (Apfelsäure, Oxalsäure). Die Hülsen sind stark aufgeblasen, die Samen zeigen ein scharf hervortretendes Näschen, wodurch sie im Profil wie der Kopf eines Schafes aussehen. Die Körner können verschieden gefärbt sein: weiß, gelb, rot, schwarz; auch ist die Samengröße bei den einzelnen Sorten verschieden. Zu Speisezwecken finden haupt-

sächlich die weißsamigen Sorten Verwendung; die dunkelgefärbten dienen gewöhnlich als Futtermittel[1].

Im Anbau steht die echte Kicher der Erbse nahe; sie ist aber weniger anspruchsvoll an den Boden. So hat z. B. das Sandversuchsfeld im Gouvernement Woronesch festgestellt, daß bei einer Auswahl von Leguminosen für Sandböden die Kicher empfohlen werden kann. Sie wird weniger von Insekten befallen und verträgt Dürreperioden viel besser als die Erbse. Außerdem ist sie lagerfester, fällt nicht so leicht aus (man braucht sich mit der Ernte nicht so zu beeilen) und wird von der Dreschmaschine nicht so zerschlagen wie die Erbse. Aber die echte Kicher verlangt mehr Wärme; sie ist frostempfindlicher als die Erbse und wird in feuchten Sommern von Pilzen befallen. Deswegen wird sie als Ersatz für die Erbse hauptsächlich im Süden angebaut, wo die Erbse mehr als im Norden vom Erbsenkäfer befallen wird. In kleinen Flächen ist die echte Kicher bei uns in vielen Gouvernements anzutreffen, am häufigsten in der Krim und im Kaukasus; in letzter Zeit beginnt sie sich im Südosten auszubreiten. Als einer ihrer Nachteile ist ihre verhältnismäßig späte Reife anzusehen, so daß sie in nassen oder kühlen Sommern nicht einmal bei Saratow reif wird. Aber südlich und östlich von Saratow ist ihre Reife auch in außergewöhnlichen Jahren sichergestellt und für die südlichen und östlichen Kreise der Gouvernements Samara, Saratow und Astrachan ist diese Pflanze eine der sichersten Leguminosen (Vavilow).

Als Grünfutter kann die echte Kicher nicht empfohlen werden (trotz der Dürrefestigkeit) wegen ihres Gehaltes an Säuren, die von den Blättern so reichlich ausgeschieden werden, daß man in Indien und bei uns im Aserbeidschan die echte Kicher dazu benutzt, um aus ihr Oxalsäure oder besser, eine Mischung organischer Säuren zu gewinnen. Zu diesem Zweck wird die Pflanze während der Nacht mit einem Tuch bedeckt; am Morgen wird das naß gewordene Tuch ausgerungen und die Säurelösung zur Herstellung eines erfrischenden Getränkes benutzt.

4. Die Linse (Ervum lens oder Lens esculenta)

ist eine niedrigwachsende Pflanze mit zartem Stengel, schmalen Blättern, kleinen weißlichen Blüten, die zu 1—2 auf jeder Blütenachse sitzen, und mit flachen Samen (linsenförmig). Die Hülsen sind flach, von rhombischer Form; sie enthalten wenig Samen (1—2). Die Kultur der Linse ist schon lange bekannt, wovon u. a. auch die biblische Sage von dem Linsengericht zeugt. Die Linse ist nicht nur in den ägyptischen Pyramiden gefunden worden, in Gräbern aus der Zeit um 2400 v. Chr., sondern auch in Pfahlbauten der Schweiz und in den Überresten aus der Steinzeit in Ungarn. Die alten Griechen und Römer schätzten die Linse sehr hoch als Speiseleguminose ein und ihre Kultur ist aus Italien über die Alpen nach dem Norden vorgedrungen. In Frankreich ist die gekochte Linse eine der üblichsten Speisen, in Deutschland spielt sie ebenfalls eine große Rolle. Vor dem Kriege führte Deutschland Linsen in großen Mengen aus Rußland ein. Zu welcher Zeit die Linse bei uns aufgetreten ist, ist nicht genau bekannt. Die Geschichtsschreiber des Kijewer Fürstentums erwähnen sie unter dem Namen „Sotschewiza" (der heutige russische Name für Linse ist Tschetschewiza).

Was den Namen selbst angeht, so möchte man unwillkürlich annehmen, daß er aus dem lateinischen Cicer vicia entstanden ist, weil das italienische c vor i und e wie das russische tsch ausgesprochen wird. Andererseits wird die Linse von unseren Geschichtschreibern aber schon zu Zeiten erwähnt, als wir noch keine Beziehungen mit Italien hatten.

[1] Näheres darüber siehe bei Prosorowa: Die Platterbse. Inst. angew. Bot. 1927.

Von der Linse gibt es eine große Zahl von *Sorten*, die man in 2 Gruppen einteilen kann:

1. *Großsamige Linse* von höherem Wuchs (40—70 cm). Die Blüten sind weiß mit blauen Adern, die Samen haben einen Durchmesser von 5—8 mm. Hierher gehören die mittel- und spätreifen Sorten, die in 85—120 Tagen reif und in Westeuropa und Nordafrika angebaut werden (Mittelmeersorten).

2. *Kleinsamige Linse*, 20—40 cm hoch. Die Blüten sind bläulich, der Durchmesser der Samen beträgt 4—5 mm. Zu diesen Sorten gehören die frühreifen Sorten, von denen die allerfrühesten (indische Sorten) in 65—70 Tagen reif werden. Dies ist die asiatische Linse, die im Orient angebaut wird: in Persien, Buchara, Afghanistan, Indien[1]. Bei uns werden beide Sorten angebaut.

Zu den großsamigen Sorten gehört die sog. „Tellerlinse" mit hellgrünen Samen (westlicher Herkunft), die „Rauchlinse", von PULLMANN im Gouvernement Kursk gezüchtet, die Linse „Dupuit" (französischer Herkunft) mit marmorierten Samen. Zu den kleinsamigen Linsen gehören: Die „ukrainische" Linse mit hellgrünen (manchmal gefleckten) Samen, die „persische" Linse mit hellrosa Samen (zeichnet sich durch Dürrefestigkeit aus), die „Dagestan" Linse mit rotbraunen, marmorierten Samen, die „asiatische" Linse mit hellroten Samen, die „indische" Linse mit gefleckten Samen, die sehr frühreife „schwarzsamige" (Afghanistan) Linse u. a. m. Die Ergebnisse der Sortenprüfung der Jahre 1924—1925 im Gouvernement Woronesch sprechen für eine große Ertragsfähigkeit der ukrainischen und der Tellerlinse und ebenfalls der Sorte Dupuit; in trockenen Jahren aber (und solche bilden in südöstlicher Richtung die Regel) sind die persischen und transkaukasischen Sorten dürrefeste (Näheres siehe bei BARULIN).

Die Linse ist frostempfindlich; deswegen kann sie trotz ihrer kürzeren Vegetationsperiode nicht so weit nach Norden hinaufgehen wie die frühreifen Erbsensorten, weil die Linse später als Hafer und Erbse bestellt werden muß. Bei uns wird die Linse in der Hauptsache im Schwarzerdegebiet angebaut: in den Gouvernements Saratow, Pensa, Tambow, Nishnij-Nowgorod, Kasan, Tula, Rjasan und in der westlichen Ukraine. In den letzten Jahren jedoch wurde ein gewisses Vordringen dieser Kultur nach Norden hin beobachtet, was hinsichtlich des Bodens nicht auf Hindernisse stoßen kann, wenn man von sauren Böden absieht. Die Linse verlangt vor allem einen unkrautfreien, lockeren, z. B. lehmigen Sand- oder sandigen *Lehmboden*, jedenfalls keinen zu fruchtbaren. Schon die Römer pflegten die Linse auf nicht zu fetten Böden anzubauen, um Erkrankungen und Verunkrautung zu vermeiden. Frische *Stallmistdüngung* verträgt die Linse nicht; sie leidet dann unter Schädlingen und Verunkrautung. Deswegen wird sie in der Fruchtfolge an zweiter, dritter oder noch späterer Stelle angebaut. An die *Bodenbearbeitung* stellt sie höhere Ansprüche, weil sie gegen Verunkrautung empfindlich ist. Deswegen ist die Stellung nach Kartoffeln für die Linse sehr günstig. Die *Aussaatmenge* hängt von der Sorte und von den Kulturverhältnissen ab. Die großsamigen Linsen verlangen größere Aussaatmengen als die kleinsamigen; im Südosten wird überhaupt dünner gesät als in feuchteren Gegenden; bei Breitsaat wird mehr gesät als bei Drillsaat. Dadurch erklären sich Schwankungen in der Aussaatmenge von 30—135 kg/ha. Um dem Lagern vorzubeugen, wird die Linse bisweilen im Gemenge ausgesät (z. B. mit Gerste). In Kleinbetrieben wird manchmal mit der Hand gejätet, was bei der Drillsaat durch Hacken zwischen den Reihen ersetzt wird. Einige der gewöhnlichen Unkräuter in der Linse sind flachsamige Arten von Vicia sativa. Die *Ernte* wird beim Gelbwerden der untersten Hülsen ausgeführt. Man mäht, wenn der Morgentau noch liegt; die Linse wird darauf vorsichtig mit Rechen in kleine Haufen zusammengeharkt, wo sie trocknet. Regen verdirbt die Linse; die Samen werden leicht braun und

[1] Siehe Frau BARULIN: Die Linse. Inst. angew. Bot. **1926**. — Desgl. TSCHERNOBRIVENKO.

verlieren an Marktwert. Deswegen beeilt man sich mit dem Drusch oder man bringt die Ernte unter Dach. Als gut wird ein Linsenertrag von 9—10,5 dz/ha angesehen, d. i. weniger als bei der Erbse. Man hat aber beobachtet, daß die Linse auf armen Sandböden höhere Erträge bringt als die Erbse.

Die *Schädlinge* der Linse sind denen der Erbse ähnlich: Bruchus lentis, Aphisarten, von den Pilzen Uromyces.

Die *Samen* sind bei 24proz. Eiweißgehalt und bei ihren guten Geschmackseigenschaften ein wichtiges Nahrungsmittel, das bei Fleischmangel gestattet, das Eiweißverhältnis der Nahrung zu erhöhen. So mischen die Inder die Linse dem Reis bei, in Syrien und Ägypten dient sie als Hauptnahrung bei schwierigen Märschen durch die Wüste, in Abessinien wird die Linse als Brei verwendet in Mischung mit Mehl und Öl und mit Zwiebeln gewürzt oder es werden aus Linsenmehl ungesäuerte Fladen gebacken. Weil die Nahrung unserer Bauern eiweißarm ist, so ist die Verbreitung der Linse bei uns sehr erwünscht.

Weil das Vieh der Bauern ebenfalls wenig Eiweiß erhält, so ist das zarte, hoch eiweißreiche *Linsenstroh*, das dem Weizenkorn in dieser Hinsicht nicht nachsteht (14%), unter diesen Verhältnissen ein sehr wertvolles Futtermittel. Nach den Ergebnissen des Versuchsfeldes Schadrinsk (Gouvernement Perm) bringt die Linse $3^1/_2$mal soviel verdauliches Eiweiß von der Flächeneinheit wie der Hafer, was folgende Zahlen zeigen:

	Linse dz	Hafer dz
Kornertrag	12,3	11,8
Ernte an Stroh und Spreu . .	26,5	18,1
Ernte an verdaulichem Eiweiß .	3,58	1,0

Vor dem Kriege machte sich bei uns ein rasches Anwachsen des Linsenbaues bemerkbar, was hauptsächlich durch die ausländische Nachfrage nach unserer Linse hervorgerufen wurde. So stieg allein im Gouvernement Saratow in 15 Jahren (1900—1915) die Linsenanbaufläche von 22000 auf 63800 ha[1]. In ganz Rußland aber (mit den alten Grenzen) betrug diese Fläche 440000 ha. Nach dem Kriege konnte unsere Linsenausfuhr nach Deutschland bei weitem nicht wieder hergestellt werden. Der Linsenanbau ging stark zurück, unsere Stellung auf dem deutschen Markt nahmen andere Länder ein (darunter auch Brasilien). Der Linsenbau sank daher stark. Seit 1925 ist die Ausfuhr wieder aufgenommen. Bei den gegenwärtigen Abnahmepreisen des staatlichen Getreidemonopols erreicht sie aber noch lange nicht die Vorkriegsausfuhr.

5. Die Ervilie (Ervum ervilia)

oder die „französische" Linse (man darf sie nicht mit den Sorten Ervum lens französischer Herkunft verwechseln) ist eine Futterpflanze und wird im Süden ihrer Dürrefestigkeit und Frühreife wegen geschätzt. Sie besitzt hellviolette Blüten, gegliederte Hülsen, ihre Samen haben einen bitteren Beigeschmack. Wildwachsend kommt sie in den Mittelmeerländern, im Kaukasus, Persien und Afghanistan vor; in diesen Gebieten wird sie auch als Futterpflanze angebaut. In Georgien ist sie unter den Namen *Ugrecheli* und *Korjuschna* bekannt.

6. Die Pferdebohne (Vicia faba)

ist eine 1jährige Pflanze aus der Familie der Schmetterlingsblütler. Sie bildet einen hohen aufrechtstehenden Stengel, der sich nicht verzweigt, und gefiederte Blätter (aus 2—3 Blattpaaren), die auf kurzen Stielchen sitzen und nicht in Ranken enden (zum Unterschied von Wicken und Erbsen). Die Blüten sind in Trauben in den Blattachseln angeordnet (zu 2—6) und weiß oder schwarz gefärbt.

[1] Siehe Orlowsky: Die Linse im Gouvernement Saratow. 1927.

Die Hülse der Samen (Bohnen) ist anfänglich fleischig und mit einem samtartigen Flaum überzogen. Bei der Reife wird sie aber schwarz, trocken und lederartig.

Wildwachsend sind die Bohnen einerseits in Asien (Tibet, Himalaja) und andererseits in Afrika (Algier) gefunden worden. Kultiviert werden die Bohnen schon lange (Steinzeit); im alten Ägypten bildeten sie die gewöhnliche Nahrung der armen Bevölkerung. In Athen und Rom waren die Bohnen ebenfalls verbreitet; in Athen wurden helle und dunkle Bohnensamen, ebenso wie in späterer Zeit schwarze und weiße Kugeln bei der Stimmenabgabe gelegentlich der Wahl von Würdenträgern benutzt. In Mazedonien wurden die Bohnen nicht nur zur Nahrung verwendet sondern auch zum Unterpflügen als Gründüngung. Heute sind die Bohnen besonders in Nordwesteuropa stark verbreitet (England, Belgien, Holland), aber auch in Italien und anderen an das Mittelmeer grenzenden Ländern.

Man unterscheidet 2 *Formengruppen* von Vicia Faba. Die eine Gruppe besitzt größere Samen, die rund, flach und unter dem Namen „Puffbohne oder Saubohne" bekannt sind (Vicia faba maior). Die andere Formengruppe mit nicht so großen runden Samen ist unter dem Namen „Pferdebohne" bekannt (Vicia faba minor)[1]. Diese Gruppe hat für den Feldbau Bedeutung, weil sie weniger anspruchsvoll ist und eine im Durchschnitt kürzere Vegetationsperiode besitzt. Die einzelnen Sorten der Pferdebohne unterscheiden sich voneinander durch Größe und Farbe und zum Teil auch durch die Form der Samen. Diese können fast braun oder schwarz sein; man trifft auch Sorten mit grauen Samen („Eselsbohnen"). Aber auch in der Entwicklungsdauer gibt es erhebliche Unterschiede in der Gruppe der Feldbohnen. Einerseits haben wir verhältnismäßig frühreife Sorten nördlicher Herkunft, andererseits spätreife, südliche und sogar Wintersorten, die in Italien üblich sind[2].

Der *Nährstoffgehalt* von Samen und Stroh der Bohnen wird durch folgende Zahlen beleuchtet:

	Trocken-substanz	Eiweiß	N-freie Extraktstoffe	Fett	Rohfaser	Asche
Samen	85,9	25,1	46,8	1,6	9,4	3,5
Stroh	82,5	9,9	31,8	1,5	33,5	5,8

In der Samenasche herrschen Kali und Phosphorsäure, in der Asche des Strohes dagegen Kali und Kalk vor.

Der reiche Eiweißgehalt der Samen und gleichzeitig der hohe Gehalt an verdaulichen Kohlenhydraten macht die Pferdebohne zu einer wichtigen *Futterpflanze*, die oft zur Verbesserung gröberer Futtermittel dient. Man ersetzt durch Bohnen gern *einen Teil* der täglichen Hafergabe an Pferde (1,2—2,5 kg Bohnen je Pferd täglich; bei Verfütterung in größeren Mengen rufen sie bei Pferden Verdauungsstörungen hervor). Man verfüttert die Bohnen entweder ganz und in trockenem Zustand oder (was besser ist) geschrotet und gekocht; manchmal werden sie einfach in Wasser eingeweicht. Als Sommerungspflanze zu Speisezwecken kann die Bohne ebenfalls gut benutzt werden, wenn sie gemahlen und *bei der Brotbereitung* dem Roggenmehl zugesetzt wird.

Das *Bohnenstroh* ist ebenfalls nährstoffreich; aber das Vieh frißt am liebsten nur die zarten Strohteile, die groben Teile dienen als Brennmaterial und zur Einstreu. Will man das ganze Stroh verfüttern, so wird es erst gehäckselt und dann gedämpft.

Trotz der beträchtlichen Länge der Vegetationsperiode (nach westlichen Angaben von 18—20 und sogar bis 28 Wochen) stellen die Bohnen keine bedeuten-

[1] Oder Vicia equina (fava mulletina oder cavallina, Pferdebohne, Horse Bean, Fèverolle).

[2] Näheres siehe bei Frau Muratow: Die Pferdebohne. Inst. angew. Bot. 1926.

den Ansprüche an die *Wärme*; deswegen reicht auch ihr Anbau bis nach Südskandinavien. Nach Osten hin geht diese Grenze etwas weiter nach Süden; sie verläuft ungefähr in der Linie Petrosawodsk—Perm—Nowosibirsk—Krassnojarsk—Wladiwostok. Jedenfalls gedeihen auf der genannten Linie nur die frühreifen Bohnensorten — wie z. B. die von J. N. Wargin auf der Versuchsstation Perm gezüchtete Sorte —, Sorten, die in etwa 100 Tagen reif werden, d. h. gleichzeitig mit dem Hafer. Sie liefern aber in ihrer Ernte $2^1/_2$mal soviel Eiweiß wie der Hafer.

In ihren *Feuchtigkeitsansprüchen* gelten die Bohnen als ziemlich anspruchsvoll. Diese Ansprüche sind aber nicht so groß, um die Bohnen daran zu hindern, erfolgreich in unseren Schwarzerdegouvernements zu gedeihen. Man nimmt an, daß alle Böden, die Weizen tragen, zum Bohnenanbau geeignet sind. Im Westen sind aber auch Sorten bekannt, die sich zum Anbau auf Moorböden eignen (Fruwirth). Wo *Düngemittel* käuflich zu erlangen sind, werden den Bohnen vor allem Phosphorsäure- und Kalidüngemittel gegeben. Bei uns ist die Asche ein geeignetes Düngemittel. Manchmal wird auch Gips angewendet; aber wir wissen, daß man mit der Anwendung von Gips vorsichtig sein muß, weil dieses Düngemittel eher die Entwicklung der vegetativen Organe als die Fruchtbildung begünstigen kann. Der Nährstoffmangel im Boden kann sogar durch einfache Stallmistgaben ergänzt werden; die Bohnen vertragen den Stickstoffüberfluß, der unvermeidlich durch den Stallmist hervorgerufen wird, besser als die übrigen Schmetterlingsblütler. Dies hängt mit der Standfestigkeit ihres Stengels zusammen und steht jedenfalls mit ihrer geringen Neigung, sich zu verzweigen, in Verbindung. Diese letztere Erscheinung erlaubt es, die Stengelspitzen mit Erfolg abzuschneiden, um die Entwicklungsdauer zu verkürzen, die unter der Einwirkung der Stickstoffdüngung zu sehr in die Länge gezogen wird. Die Fähigkeit der Bohnen, eine Stallmistdüngung zu vertragen, gestattet es manchmal, sie in der Brache unterzubringen, wo der Stallmist bereits für die auf die Bohnen folgende Winterung gegeben wird. Jedoch ist dies auch bei stallmistlosem Anbau möglich, falls es das Klima erlaubt, weil die Bohnen bei Hackkultur den Boden locker und unkrautfrei hinterlassen und ihn außerdem mit Stickstoff anreichern (in den Wurzelresten). Infolgedessen ist in Gegenden mit mildem Herbst die Stellung nach Bohnen für die Winterung eine gute. So finden wir in Schottland eine Zweifelderwirtschaft: Bohnen — Winterweizen. Weil aber die Bohnen das Feld spät räumen, so folgt in kontinentalem Klima auf sie gewöhnlich Sommerung. Es ist allerdings auch möglich, die Winterung zwischen den Reihen *vor der Ernte der Bohnen* zu bestellen, nach Art der „amerikanischen Brache" bei Ersatz des Mais durch Bohnen.

Recht erfolgreiche Versuche mit einer solchen Saatmethode sind bei uns von dem bekannten Landwirt Kostromitinow im Gouvernement Tula gemacht worden. Eine Ausdehnung dieser Versuche ist sehr wünschenswert. Die Aschegabe zu Bohnen muß eine besondere Bedeutung bei Stallmistmangel für Roggen besitzen.

Am häufigsten findet man die Bohnen zwischen 2 Getreidearten, z. B. in einer gewöhnlichen Vierfelderwirtschaft: Brache — Winterung — Hackfrucht — Sommerung; ihre Stellung ist dann auf dem 3. Schlag. Es ist schließlich schwer, eine Stelle in der Fruchtfolge zu finden, wo man bei passenden Bedingungen die Bohnen nicht unterbringen könnte.

An die *Bodenbearbeitung* stellen die Bohnen nicht zu geringe Ansprüche. Infolge ihrer Pfahlwurzel verlangen sie eine tiefe Untergrundlockerung. Gewöhnlich erfolgt diese tiefere Bearbeitung im Herbst. Im Frühjahr ist die Bearbeitung dagegen verschieden; u. a. hängt sie auch von der Art ab, in der die Bohnen gesät werden: gedrillt, nach dem Markeur oder mit dem Pflug. In letzterem

Fall kann der Saat ein einfaches Eggen vorangehen, in den beiden ersteren dagegen eine zweite (flache) Furche oder ein Exstirpieren. Wird Stallmist gegeben, so bedingt die Zeit und die Art der Gabe natürlich eine gewisse Änderung in der Bearbeitung. So ist z. B. bei Dungfahren im Winter eine Frühjahrsfurche unentbehrlich; manchmal werden sogar Stallmist und Samen gemeinsam untergebracht.

Bei der Auswahl des *Saatgutes* muß man besonders auf die Entfernung der vom Erbsenkäfer befallenen Samen achten (siehe weiter oben bei der Erbse). Die Größe der Samen, durch welche die Reinigung erleichtert wird, gestattet eine große Reinheit zu verlangen (gewöhnlich weniger als 1% Verunreinigung). Die Keimfähigkeit muß ebenfalls hoch sein (gewöhnlich 95—100%). 1 hl Pferdebohnen wiegt etwa 78 kg; 1 hl Gartenbohnen ist etwas leichter. Die Bohnen gehören zu den früh bestellbaren Pflanzen sowohl wegen der langen Entwicklungsdauer und des hohen Wasserverbrauches der Samen beim Quellen als auch deswegen, weil die keimenden Samen wenig Wärme verlangen und leichte Morgenfröste nicht fürchten.

Die *Reihensaat* (mit Drillmaschine, Markeur oder Pflug) ist bei den Bohnen als Hackfrucht die Regel. Die Entfernung zwischen den Reihen schwankt zwischen 18—40 cm je nach den betreffenden Verhältnissen, z. B. ob mit der Hand oder mit der Maschine gehackt wird. Bequem ist auch die 2reihige Drillmethode, z. B. 9 und 45 cm Entfernung zwischen den Reihen. Die Aussaatmenge schwankt gewöhnlich zwischen 120—210 kg/ha. Je besser der Boden, je größer die Pflanzen und je kleiner ihre Samen, um so weniger Saatgut wird gebraucht und umgekehrt. Die Saattiefe beträgt 5—9 cm.

Unter ganz günstigen Verhältnissen können die Pflanzen schon nach 8 Tagen auflaufen; gewöhnlich verstreicht aber eine längere Zeit. Wird das Auflaufen durch eine Kruste verhindert, so muß *geeggt* werden. Manchmal wird auch nach dem Auflaufen geeggt (bei einer Pflanzenhöhe von 5—6 cm), um die Oberfläche zu lockern und das Unkraut zu vernichten. Dies wird aber zu einer Tageszeit ausgeführt, in welcher die Pflanzen am wenigsten brüchig sind (nachmittags). Die nächste Pflegemaßnahme ist das *Hacken*. Dieses wird ausgeführt, wenn die Pflanzen etwa 9 cm hoch sind. Die Hackarbeit wird gewöhnlich wiederholt, wenn das Unkraut von neuem aufläuft und wenn sich eine Kruste gebildet hat. Manchmal werden die Bohnen auch behäufelt; gewöhnlich ist dies aber nicht notwendig. Eine übliche Pflegemaßnahme ist ferner das *Abschneiden der oberen Spitzen*, dann, wenn die Pflanze bereits eine genügende Zahl von Hülsen angesetzt hat. Diese Maßnahme soll die Entwicklungsperiode verkürzen und die Bildung neuer Blütenstände verhindern, weil sonst in nassen Jahren die Reife der unteren Früchte beeinträchtigt wird. In trockenen Jahren, wenn die Entwicklung infolge reichlichen Licht- und Wärmezuflusses schnell vor sich geht, ist das Beschneiden nicht notwendig. Aber diese Maßnahme wird auch noch angewendet, um die Entwicklung der Läuse zu beeinträchtigen. In diesem Fall muß man den Zeitpunkt des Auftretens der Läuse abpassen.

Die *Reife* der Bohnen fällt gewöhnlich bei uns in den August oder September (letzteres ist häufiger). Sie äußert sich im Abfallen der Blätter und im Schwarzwerden der Bohnenhülsen, von unten angefangen. Um einen Ausfall zu vermeiden, wird die volle Reife nicht abgewartet. Es wird mit der Sense gemäht, wenn die Bohnen niedrig sind, oder mit der Sichel. Durch Ausraufen mit der Hand würden die Wurzelreste im Boden verringert werden. Die abgemähten Bohnen werden in Reihen getrocknet oder in dünnen Garben, die später in Hocken oder Kreuzmandeln zur endgültigen Trocknung zusammengestellt werden. Erfolgt der Drusch nicht sofort und werden die Bohnen bis dahin in Diemen aufbewahrt, so müssen sie besonders sorgfältig getrocknet werden.

Die Bohnen werden gewöhnlich mit dem Flegel *gedroschen*; die Dreschmaschinen zerschlagen die Samen zu sehr. Übrigens hat dieser Umstand für Samen, die zur Verfütterung bestimmt sind, keine Bedeutung. Die *Bohnenerträge* schwanken zwischen 7,5 und 30 dz Samen und 15—75 dz Stroh je Hektar. Außer zu Futterzwecken werden die Pferdebohnen auch oft zur Gründüngung angebaut (auf schweren, für die Lupinen ungeeigneten Böden). In Italien sind die Pferdebohnen (favetta) ein gewöhnlicher Bestandteil eines Futtergemenges, das im Herbst gesät und im Frühjahr geerntet wird.

Von den *tierischen Schädlingen* stehen an erster Stelle *Läuse* und *Erbsenkäfer*. Die *schwarzen Läuse* (mehrere Aphisarten) treten am oberen Ende der Pflanze kurz vor der Blüte oder zu Beginn der Blüte auf, vermehren sich bei günstigen Bedingungen mit großer Geschwindigkeit und schwächen bedeutend die Bildung der Blütenstände, indem sie sich von den Säften der zarteren Organe ernähren. Die wirksamste Bekämpfungsmaßnahme ist das rechtzeitige Abschneiden der oberen Pflanzenspitzen. In kleineren Betrieben empfiehlt sich auch das Bespritzen mit Tabaklösung und anderen Mitteln.

Die *Erbsenkäfer* (Bruchus granarius und Bruchus rufimanus) treten an den Pflanzen etwa zur Blütezeit auf und legen ihre Eier in den jungen Fruchtknoten ab. Nach einigen Tagen schlüpft aus dem Ei eine Larve heraus, dringt in den Samen ein und ernährt sich in dessen Innern, indem sie den Samen allerdings nicht völlig ausfrißt, sondern nur einen Teil der Keimlappen vernichtet, so daß die Keimfähigkeit nicht vollständig verlorengeht. Mit den Samen wird auch das Insekt vom Felde gefahren. Es überwintert in dem Speicher und wird im Frühjahr wieder aufs Feld gebracht, wo eine Bekämpfung fast unmöglich ist. Deswegen ist es notwendig, dem Herausschleppen des Schädlings auf das Feld vorzubeugen, ähnlich wie es bei der Erbse besprochen wurde.

Von den *pflanzlichen Schädlingen* treten auf den Bohnen am häufigsten *Rost* (Uromyces) und *Meltau* (Erysiphe martii, Peronospora viciae) auf; von den Schmarotzern *Cuscuta* und *Orobanche*.

7. Die Wicken.

Mit diesem Namen werden die Viciaarten mit niederliegendem Stengel bezeichnet, mit Blättern, die in Ranken auslaufen, mit Blüten, die violett und rot gefärbt sind — zum Unterschied von den Bohnen, die einen aufrechtstehenden Stengel, Blätter ohne Ranken und weiß- und schwarzgefärbte Blüten besitzen.

Die größte Bedeutung hat die *Saatwicke* (Vicia sativa), bei deren Beschreibung wir etwas länger verweilen wollen. Wie die Leguminosen überhaupt, so besitzt auch die Wicke eine Pfahlwurzel, die aber nicht so mächtig ist und die Seitenwurzeln nicht so überragt wie z. B. bei der Lupine. Der Stengel ist im Jugendstadium aufrechtstehend, später lagert er.

Nach Tedin stirbt die zuerst entwickelte Hauptachse frühzeitig ab. Es entwickeln sich dann mehrere, nur in der Jugend aufrechte, dann niederliegende Seitenachsen. (Anmerkung des Herausgebers.)

Er ist, wie auch die Blätter, mit zarten Härchen bedeckt und 30—60 cm und noch länger. Die Blattstiele tragen 5—8 Paar umgekehrt eiförmige, an den Enden abgestumpfte Blättchen und enden in einer Wickelranke. Die Nebenblätter sind gezähnt-lanzettförmig. Die Blüten sitzen zu 1—2 in den Blattwinkeln auf kurzen Blütenstielchen und sind violett, rot und zum Teil weiß gefärbt. Die Hülsen sind länglich und geradlinig, schräg nach oben gerichtet, samtartig; sie werden bei der Reife braun und enthalten viele Samen. Die Samen sind etwas abgeflacht und

gewöhnlich dunkel gefärbt. Man kennt aber auch weißsamige Arten. Bei der Keimung bleiben die Keimlappen unter der Erde[1].

Die Wicke wird zu *zweierlei Verwendung* angebaut: Entweder wird sie während der Blüte *als Futter* gemäht oder aber es wird die volle Reife abgewartet und dann die Wicke *zur Samengewinnung* geerntet. Die eiweißreichen Wickensamen werden in gemahlenem Zustande an Tiere verfüttert.

Bei dem Nahrungsmittelmangel des Jahres 1921 ließen die Bauern des Gouvernements Moskau und der benachbarten Gebiete das Wickgemenge ausreifen und verwendeten die Samen zur Nahrung, was vollkommen richtig war, weil die Wickensamen wie auch die Bohnen und die Mehrzahl der übrigen Leguminosen eiweißreicher sind als Fleisch und stärkereicher als Kartoffeln. Das Wickenmehl wurde dem Roggenmehl hinzugesetzt, bei der Brotbereitung in einer Menge von 25—50 %. Will man die Samen ganz oder gekocht zur Nahrung verwenden, so empfiehlt es sich, sie zuerst 24 Stunden in Wasser einzuweichen, wobei man das Wasser 2—3mal wechselt. Im Westen dient die weißsamige Wicke („kanadische Linse") als Speisewicke, von der weiter unten die Rede sein wird.

Nach Kühn ist die *Zusammensetzung der Samen und des Strohes der Wicke* folgende:

	Trockensubstanz	Eiweiß	N-freie Extraktstoffe	Fett	Rohfaser	Asche
Samen	86,4	27,5	47,2	2,3	6,7	2,7
Stroh	85,4	7,0	28,1	2,0	42,6	6,0

Die Samenasche enthält am meisten phosphorsaures Kali; die Asche des Strohes dagegen Kalksalze. Seiner Zusammensetzung nach ist das Wickenstroh ein gutes Rauhfutter. Wird die Wicke aber während der Blüte gemäht, so liefert sie ein recht wertvolles Grünfutter (Zahlen siehe weiter unten).

Die Ansprüche der Wicke *an den Boden* sind nicht besonders hoch; sie gedeiht allerdings nicht auf Sandböden, auch nicht auf Böden mit zu hohem Grundwasserstand wie überhaupt sämtliche Leguminosen. Aber sandige Lehm-, lehmige Sand- und Lehmböden können, wenn sie auch nicht überaus reich sind, gute Wickenerträge bringen, besonders bei der erforderlichen Düngung. Das Vorhandensein von Kalk im Boden ist recht erwünscht, wenn es bestimmte Grenzen nicht übersteigt, wenn wir es nicht mit einem trockenen Kalkboden zu tun haben. An das *Klima* stellt die Wicke ebenfalls keine besonderen Ansprüche als Pflanze mit kurzer Vegetationsdauer. Man kann sagen, daß sie mehr wasser- als wärmebedürftig ist. Sie keimt schon bei 2—3° C und verträgt Fröste bis zu —3 bis —4° C. Besonders viel Feuchtigkeit verlangt die Grünfutterwicke, weil sie dicht gesät wird und stark verdunstet.

Wird die Wicke zur Samengewinnung angebaut, so ist es am besten, sie als zweite Pflanze nach der Düngung anzubauen (folglich gewöhnlich nach Winterung). Wird die Wicke dagegen zur Futtergewinnung angebaut, so wird sie am häufigsten in der Brache nach frischer Stallmistgabe bestellt (der Stickstoff des Stallmistes ist für den Roggen notwendig; der Wicke wäre Asche förderlicher). In Gegenden mit milderem Klima kann die Wicke zur Futtergewinnung auch als *Stoppelfrucht* angebaut werden, was nach dem Vorschlag des Verfassers erfolgreich in einigen Wirtschaften Beßarabiens ausgenutzt wurde.

Weil man sich im Frühjahr mit der Bestellung der Futterwicke beeilen muß (um frühes Futter zu haben, um das Feld rechtzeitig zu räumen und um die Frühjahrsfeuchtigkeit auszunutzen), ist es am besten, wenn möglich, den *Stallmist* schon im Herbst aufs Feld zu fahren und unterzupflügen. Weil man aber dazu häufig keine Zeit mehr hat und gezwungen ist, den Stallmist im Winter auf

[1] Näheres über diese und andere Wickenarten siehe bei Frau Tupikow: Die Erforschung der 1jährigen Wickenarten. Arb. angew. Bot. **26**, (1926).

den Schnee zu fahren und in Haufen bis zum Frühjahr liegenzulassen, so muß man sich im Frühjahr mit dem Unterpflügen des Stallmistes und mit der *Einsaat* der Wicke möglichst beeilen. Zu diesem Zweck vereinigt man oft beide Arbeiten, d. h. nachdem der nicht so strohreiche Stallmist auf dem geeggten oder nichtgeeggten Feld ausgebreitet worden ist, werden auch die Wickensamen ausgestreut und beides auf eine Tiefe von etwa 9 cm untergepflügt. Ist aber der Stallmist strohig, so wird er zuerst auf eine größere Tiefe untergepflügt und dann wird erst die Wicke gesät und eingeeggt. In stallmistlosen Wirtschaften verdient die Aussaat der Wicke nach einer Aschedüngung große Beachtung und Untersuchung. Gewöhnlich erfolgt Breitsaat. Reihensaat treffen wir beim Wickenbau zur Samengewinnung an. Um Lager zu vermeiden, wird die Wicke im *Gemenge mit Hafer* gesät[1], dabei in verschiedenem Verhältnis (auf 60—105 kg Wicken 75—45 kg Hafer) teilweise je nach dem Zweck des Anbaues, obgleich auch bei ein und demselben Zweck die Schwankungen recht groß sein können. So werden zur Futtergewinnung oft gleiche *Volumenmengen* Wicke und Hafer ausgesät, z. B. je 6 Maß; aber das Gewicht eines Volumens Wicken verhält sich zu einer entsprechenden Hafermenge wie 10 : 5,5. Auf guten Böden nimmt man häufig noch mehr Wicken und weniger Hafer, so daß das Gewichtsverhältnis auf 3 : 1 herabsinkt bei einer Gesamt-Aussaatmenge von etwa 1,8 dz/ha. Auf armen Sandböden verringert man dagegen den Prozentsatz an Wicken im Gemenge; manchmal mengt man auch noch Buchweizen und andere anspruchslose Pflanzen hinzu. Beim Anbau zur Samengewinnung wird dünner gesät als beim Anbau zur Grünfuttergewinnung. Aber das Verhältnis der Wicke zu Hafer ändert sich ebenfalls innerhalb weiter Grenzen: Manche nehmen 1 Teil Wicke und $^3/_4$ Teile Hafer, andere nehmen mehr Hafer und weniger Wicke.

Manchmal wird nicht die ganze für die Wicke bestimmte Fläche auf einmal bestellt, sondern in wöchentlichen Abständen, um Grünfutter im Laufe einer längeren Zeitperiode zur Verfügung zu haben. Aber nicht überall erlaubt der Verlauf des Frühlings, die Aussaatzeit auszudehnen. Auch walzt man gern die Aussaat, nicht nur, um den Samen mehr Feuchtigkeit zuzuführen, sondern auch, um das spätere Mähen durch Einebnen des Bodens zu erleichtern. Manchmal wird die Wickensaat auch gebrochen oder geeggt, um die Kruste zu beseitigen und das Unkraut zu vernichten, das früher aufläuft als die Wicke.

Läuft die Wicke gleichmäßig auf, so erstickt sie das *Unkraut* und bedarf keiner Pflege. Es gibt allerdings auch unter den Unkräutern Pflanzen, die sich schnell entwickeln und die Wicke überflügeln können, die in der ersten Zeit langsamer wächst als ihre Konkurrenten. Solche Pflanzen sind Hederich (Raphanus raphanistrum) und Ackersenf (Sinapis arvensis). Sind diese Unkräuter zahlreich vorhanden, so beeilt man sich, die Wicke zu Grünfutter abzumähen, um die Samenbildung des Unkrautes zu verhindern. Wird die Wicke von der Seide befallen, so muß man im allgemeinen dieselben Maßregeln beachten wie beim Klee. Manchmal wird die Wicke auch von Mehltau (Peronospora viciae) und einigen anderen Pilzen befallen. Ist der Befall stark, so kann solches Futter dem Vieh schädlich sein.

Von folgenden *Insekten* wird die Wicke beschädigt: Erdfloh, Aphisarten, Sitones lineatus u. a. Im allgemeinen leidet sie aber unter Insekten bedeutend weniger als die ihr verwandten Bohnen.

Mit dem *Mähen* der Futterwicke beginnt man gewöhnlich während der Blüte und fährt damit fort bis zum Beginn der Hülsenbildung. Manchmal wird die

[1] In Finnland wird manchmal die spätgesäte Wicke nicht mit Hafer sondern mit Winterroggen gemengt. Das Gemenge wird Ende des Sommers gemäht, das Roggenkorn wird aber im nächsten Jahr geerntet.

Wicke auch zur Heugewinnung gemäht, obgleich die Blätter und die Stengel nicht gleichzeitig trocknen und deswegen ein Verlust der wertvolleren Bestandteile des Futters möglich ist, weil die abgetrockneten Blätter abfallen. Bei der erforderlichen Düngung und genügender Bodenfeuchtigkeit werden leicht 30—45 dz Heu vom Hektar erzielt, was ungefähr dem fünften Teil der grünen Masse entspricht[1].

Die folgenden Zahlen charakterisieren die *Zusammensetzung* des *Wickenheues* und der *grünen Wicke*:

	Trocken-substanz	Eiweiß	N-freie Extraktstoffe	Fett	Rohfaser	Asche
Wickenheu	82,3	14,2	32,8	2,5	25,5	8,5
Grüne Wicke . . .	17,6	3,8	5,5	0,6	9,0	1,7

Die Analysen des Versuchsfeldes Poltawa sind für die Wicke noch günstiger als diese Durchschnittszahlen westeuropäischer Analysen.

Die Zusammensetzung eines Wickhafergemenges ist anders. In ihm ist der Eiweißgehalt herabgesetzt, z. B. bis zur Hälfte der für die Wicke angegebenen Menge.

Wird nach Wicken Winterung bestellt, so muß das Feld sofort nach der Ernte gepflügt werden. Manchmal, wenn die Wicke zu Heu getrocknet wird, wird sie auf ein anderes Feld gefahren, um die Pflugarbeit nicht aufzuhalten und den Boden nicht auszutrocknen. Gewöhnlich begnügt man sich mit einer Furche, weil die Zeit zwischen der Wickenernte und der Bestellung der Winterung zu kurz ist. Über die Wirkung der Wicke in der Brache auf die nachfolgende Winterung gehen die Ansichten der Landwirte auseinander. Zweifellos ist das Feld nach Wicken trockener als nach Brache. Ist der Herbst trocken, so ist der Auflauf der Winterung schlecht und die Ernte wird herabgesetzt. In trockenem Klima stößt deshalb die Stellung der Wicke vor Winterung vom technischen Standpunkt aus auf Schwierigkeiten und kann trotzdem wirtschaftlich vorteilhaft sein; aber Regen kann diesen Mangel wieder gut machen. Daß die Wahrscheinlichkeit dieser starken Wirkung (in herabsetzendem Sinne) nicht so beständig ist, konnte man daraus schließen, daß sogar im Schwarzerdegebiet Wirtschaften mit recht hohen Roggenerträgen in den 80er Jahren regelmäßig Wicken zur Grünfuttergewinnung in gedüngter Brache anbauten (z. B. bei J. A. Stebut im Gouvernement Tula).

Nach den Ergebnissen der Station Schatilowo übt die Wicke nicht nur auf den Feuchtigkeitsgehalt sondern auch auf den Nährstoffvorrat eine Wirkung aus. Deswegen mildert eine Stallmistgabe die negative Wirkung der Wicke[2].

In feuchtem Klima und auf stickstoffarmen Böden kann die Ernte nach Wicken höher sein als nach reiner Brache[3]. Jedenfalls zeigten die Ergebnisse unserer Versuchsstationen auch für die übrigen Bodenarten, daß, wenn man die Erträge nach Wicken mit denen nach der bei den Bauern üblichen Brache vergleicht, *diese Erträge durch Einführung der Wicke nicht sinken.* Ein Sinken erfolgt nur im Vergleich mit der Schwarzbrache.

Wird die Futterwicke nicht im Brachefeld bestellt, wo Winterung auf sie folgt, so ist auch eine Bestellung von Turnips nach der Wickenernte und die Untersaat des Turnips gleichzeitig mit der Einsaat der Wicke möglich, wobei

[1] Der Durchschnitt für das Versuchsfeld Poltawa beträgt 38,5 dz.

[2] Siehe den Aufsatz von Lissizin: Landw. Nachr. 1911; desgl. die vorstehenden Ausführungen über die Aschedüngung zu Wicken.

[3] Siehe die Versuche von Budrin in Nowo-Alexandria.

man im Gouvernement Moskau einen befriedigenden Turnipsertrag erhält (W. A. Chartschenko)[1].

Läßt man die *Wicken zur Samengewinnung* stehen, so ist der Beginn der Reife an dem Auftreten gelber Stellen auf dem Felde sowie an dem Hart- und Braunwerden der Hülsen kenntlich. Um Ausfall zu vermeiden, beginnt man die Ernte, wenn nur erst die unteren Hülsen reif geworden sind. Die abgemähte Wicke wird zuerst in Reihen getrocknet; wenn nötig (im Falle üppiger Entwicklung) wird sie einmal gewendet. Alsdann wird sie in Haufen gesetzt und ungebunden zum Drusch gefahren. Unter günstigen Verhältnissen erhält man einen Samenertrag von 12—18 dz/ha.

Außer der gewöhnlichen Sommerwicke gibt es noch eine *Winterwicke* (nicht zu verwechseln mit der Zottelwicke, siehe weiter unten). Sie hat für uns aber keine Bedeutung, weil sie unseren Winter nicht aushält.

Ferner gibt es noch eine gewöhnliche Wicke (Vicia sativa leucosperma) *mit weißen Samen*. Ihre Hülsen sind ebenfalls heller gefärbt. Sie gilt für anspruchsvoller an Wärme und Bodenbearbeitung, liefert höhere Stroherträge und außerdem Körner von besserem Geschmack, die von den Tieren besser gefressen werden; stellenweise werden sie auch zur menschlichen Nahrung verwendet. Ebenfalls helle Körner, und zwar gelb-weiße. besitzt die *Hopetown*-Wicke (Vicia sativa serotina), die aus Schottland stammt. Sie ist weniger anspruchsvoll an das Klima, entwickelt sich aber sehr langsam, liefert mehr Futtermasse (aber nicht Samen) als die gewöhnliche Wicke und wird auf leichteren Böden angebaut.

8. Von den übrigen Wickenarten

muß man außer Vicia sativa vor allem *Vicia villosa* erwähnen, die auch *zottige, schwarze Sandwicke* genannt wird. Sie ist stärker behaart als die gewöhnliche Wicke; die violetten Blüten stehen in dichten Trauben. Die Hülsen sind breit und verhältnismäßig kurz mit 3—4 Samen. Diese Pflanze wird als Winterung sowie als Sommerung angebaut. Sie verträgt den Winter viel besser als die Winterform der obenerwähnten Vicia sativa. Wird sie *zusammen mit Winterroggen* ausgesät, so liefert sie im Frühjahr ein gutes *Frühfutter*. Man weist darauf hin, daß die Herbstbestellung auch noch deswegen vorgezogen werden muß, weil die Samen der Vicia villosa ungleichmäßig keimen, was sich bei der Sommerung stark bemerkbar macht, bei einer Winterung aber weniger fühlbar ist. Ein anderer Vorzug dieser Pflanze ist ferner ihre Fähigkeit, auch auf armen Sandböden zu gedeihen. Blomeyer empfiehlt beim Anbau zur Futtergewinnung zwei Fünftel Roggen und drei Fünftel Wicken zu nehmen; Chartschenko sogar drei Viertel Wicken und ein Viertel Hafer (bei einer Aussaatmenge von 120—165 kg im ganzen). Kühn empfiehlt dichtere Aussaat beim Anbau zur Futtergewinnung; z. B. 180 kg beider Früchte zusammen je Hektar. Wird beim ersten Schnitt nicht zu tief gemäht, so kann man auch noch einen zweiten Schnitt von einem solchen Wickhafergemenge erhalten. Aber dies kann natürlich nicht die Regel sein.

Außer im Westen und der Ukraine baut man auch die Zottelwicke erfolgreich bei Riga in Peterhof (Prof. Knierim), in den Gouvernements Wilna, Twer u. a. m. Einerseits wissen wir, daß die Wicke Fröste von sogar — 20° ohne gute Schneedecke ertragen kann. Andererseits sind Fälle bekannt, wo die Wicke während eines Winters ausgewintert war, der sich gar nicht durch Strenge auszeichnete. Wahrscheinlich sind erhebliche Unterschiede im Verhalten der verschiedenen Rassen vorhanden[2].

[1] Nach den Ergebnissen von D. S. Kossowitsch gelingt es im Kreise Bolchow des Gouvernements Orel nach Futterwicken im selben Sommer auch eine *Maisernte zu Grünfutter zu gewinnen* (Cinquantino-Mais), worauf natürlich eine Sommerung folgt.

[2] Näheres siehe bei Kostromitinow: Die Zottelwicke. Landw. u. Forstw. 1907.

Auf dem Versuchsfeld Poltawa betrug die mittlere *Heuernte* im Laufe von 5 Jahren 43 dz/ha (in einem Winter ist der Wickenbestand aber eingegangen). Unter günstigen Verhältnissen konnte man dieses Gemenge schon *Ende Mai* mähen. Weil bei gleichzeitiger Aussaat der Roggen nicht selten die Wicke erdrückt, so wurden auf der Versuchsstation Sumy Versuche gemacht mit einer Aussaat der Wicke zwischen den Reihen 3 Wochen nach der Roggenbestellung (bei 35 cm Reihenentfernung). Dabei steigt der Prozentsatz an Wicke, aber die gesamte Gemengeernte sinkt[1].

Wenn es den Züchtern gelingen würde, gute Winterformen zu finden[2], die uns erlauben, auch auf einen guten Samenertrag zu rechnen, so könnte die Wicke auf Böden, auf denen der Klee nicht gedeiht, eine bedeutende Rolle als Futterpflanze spielen. In der Fruchtfolge kann sie z. B. nach Sommerung stehen, die einer Brache folgt (nach Abmähen der Wicke wird die Brache gedüngt und auf gewöhnliche Art zur nachfolgenden Winterung bearbeitet). Oder aber man kann die Wicke bei einer Vierfelderwirtschaft: Brache — Winterung — Gemengeschlag — Sommerung zwischen zwei Getreidearten einschalten. Dabei kann man nach frühem Abmähen eines solchen Gemenges stellenweise an eine Ausdehnung der Futterrübenfläche durch Verpflanzen, an den Anbau von Turnips, an den Anbau von Mais zu Grünfutter, an die Aussaat von Buchweizen zur Samengewinnung, an Lupinen zur Gründüngung usw. denken, je nach Boden, Klima und den wirtschaftlichen Verhältnissen.

Die *Narbonnische* oder römische Wicke (Vicia narbonnensis) erscheint in vielerlei Hinsicht als eine Übergangsform zu Vicia faba. Sie ist eine verhältnismäßig große Pflanze mit kräftigem Stengel, der weniger leicht lagert als bei den übrigen Wickenarten. Sie bildet große schwarze Hülsen und ebenfalls schwarze erbsengroße Samen aus; deswegen heißt diese Wickenart auch „schwarze Erbse". Beim Anbau zu Grünfutter und zur Heugewinnung bietet sie keine Vorteile; sie trocknet schwer. Häufiger wird sie zur Samengewinnung angebaut und ersetzt so die Pferdebohne. Man nimmt an, daß sie von Läusen weniger befallen wird als Bohnen; aber sie ist wärmeanspruchsvoller und verträgt keine zu große Feuchtigkeit des Bodens und des Klimas.

Von den mehrjährigen Formen können hier erwähnt werden: Die *Vogelwicke* (Mäuseerbse), Vicia cracca; sie umschlingt die Stengel der Nachbarpflanzen, was beim Mähen hinderlich ist. Sie hat 6—12paarige Blätter, die schmäler sind als bei Vicia sativa, vielblütige Trauben, kleinere schwarze Samen und ist mehrjährig. Wildwachsend kommt sie auf Feldern und Wiesen vor und liefert gutes Futter. Sie wird stellenweise auf armen Sandböden angebaut. Die *Zaunwicke*, Vicia sepium, ist eine gute Futterpflanze. Sie kommt bei uns überall wildwachsend vor. Sie bevorzugt guten, genügend feuchten Boden und verträgt eine gewisse Beschattung. In England wird sie kultiviert u. a. auf Weiden. Beim Feldanbau bringt sie einen vollen Ertrag im zweiten Jahr. Die Samen reifen recht ungleichmäßig; die Ernte ist schwierig.

Wir gehen nun zur Betrachtung der *zweiten Gruppe der Leguminosen* über, die in der Mehrzahl der Fälle *dreizählige* Blätter und *an die Erdoberfläche tretende Keimlappen* besitzen. Hierher gehören: Die Fisole, die Sojabohne und Faselbohne, hauptsächlich Pflanzen südlicher Kultur. An diese schließt sich die Erdnuß an, die, wie auch die Sojabohne, die Ölfrucht unter den Leguminosen ist. Die Erdnuß unterscheidet sich aber von der Sojabohne durch die Blätter und die Art der Fruchtentwicklung.

[1] Siehe Fomitschew: Die Zottelwicke. Landw. Ztg **1917**. — Chartschenko: Anlage von Weiden u. a. m. 1926.

[2] Der Verfasser konnte noch vor dem Kriege ein reiches Auslesematerial für Winterwicken auf der Charkower Station sehen. Leider ist diese Arbeit infolge der Zustände der letzten Jahre in der Literatur noch nicht erschienen.

9. Die Fisole, türkische Bohne (Phaseolus vulgaris L.[1]).

liefert Samen, die ausschließlich zur menschlichen Ernährung dienen[2].

Die zahlreichen *Sorten* der Fisole kann man in erster Linie in Sorten einteilen, die sich durch einen hohen windenden Stengel auszeichnen und infolgedessen einer Stütze bedürfen — Stangenbohnen, nur Gartenformen, und in *Strauch- oder Buschsorten*, die einen geraden niedrigen Stengel besitzen und infolgedessen keine Stütze nötig haben. Aus diesem Grunde besitzen die letztgenannten Sorten für den feldmäßigen Anbau größere Bedeutung. In diesen beiden Gruppen unterscheiden sich die Sorten hauptsächlich durch die Samenform, die äußerst verschieden ist: länglich, eckig, ellipsen- und kugelförmig und ebenfalls durch die Samenfarbe, die noch stärker variiert. Es gibt Sorten mit weißen, gelben, grünen, roten, braunen und schwarzen Samen; außer gleichmäßig gefärbten auch bunte Samen.

Die Fisolensorten unterscheiden sich ebenfalls durch die *Vegetationsperiode*, die sich bei den Frühsorten auf 80 Tage (manchmal sogar auf 75) beschränkt, bei den mittleren 100 und bei den Spätsorten 120—130 Tage dauert. Weil aber die Fisole gegen ein Sinken der Temperatur im Frühjahr empfindlich ist und bei der weiteren Entwicklung viel Wärme verlangt, so wird sie vorzugsweise in südlichen Ländern angebaut, wenn man von einem feldmäßigen und nicht von einem Anbau in Gemüsegärten spricht: in Spanien, Italien, Bulgarien, bei uns im Südwesten, im nördlichen Kaukasus (hier ersetzt sie die Erbse, die hier stark vom Erbsenkäfer befallen wird), in Georgien, wo sie gewöhnlich das Feld nicht selbständig besetzt, sondern zusammen mit Mais ausgesät wird. Bei ihren hohen Wärmeansprüchen ist die Fisole dürrefest, was sie für den Süden sehr geeignet macht. Bei der Bewegung nach Norden ist nicht nur der Wärmemangel sondern auch das feuchte Wetter für diese sonnenliebende Pflanze ungünstig. Das Verhalten gegen *Boden* und *Düngung* ist ähnlich dem der übrigen Leguminosen. Die Stellung in der *Fruchtfolge* ist nicht streng festgelegt. Außer der selbständigen Stellung als Hauptfrucht kann die Fisole als spät auszusäende Pflanze dazu dienen, umgepflügte Flächen vernichteten Getreides erneut zu bestellen; sie kann auch nach dem Abmähen des Futterroggens oder nach der Ernte eines Wickroggengemenges gesät werden. In Turkestan kann sie als Stoppelfrucht nach der Ernte des Wintergetreides angebaut werden. Oft wird sie auch einzeln zwischen Kartoffel- und Maispflanzen ausgesät. Als normal muß man bei der Fisole die *Reihensaat* ansehen, weil sie die Pflege erleichtert, die im Hacken und manchmal im Häufeln besteht. Die Ernte erfolgt oft durch Raufen.

Die *Erträge* der Fisole sind für gewöhnlich niedriger als diejenigen der Erbsen und Bohnen, dies wird aber durch den höheren Nährwert der Fisole wieder ausgeglichen. Im Westen werden beim Anbau der Fisole als Hauptfrucht Erträge von 11,2—18 dz für üblich gehalten; dagegen 3,7—5,2 dz bei Untersaat der Fisole in Mais. Bei uns und in den Vereinigten Staaten betragen die Erträge entsprechend den Erträgen einer extensiven Kultur etwa die Hälfte der westeuropäischen Ernten[3].

[1] Eine andere Art, *Phaseolus multiflorus*, ist hier nicht gemeint. Diese zeichnet sich durch hohen Wuchs, rankenden Stengel und stark gefärbte Blüten aus. Diese Pflanze wird meist als Zierblume in den Gärten gezogen. Die unreifen Bohnen werden in gekochtem Zustand genossen.

[2] Über Zusammensetzung und Kochbarkeit der verschiedenen Fisolen siehe bei Kosutany: Studien über die Bohne. Landw. Versuchsstat. 54.

[3] Näheres siehe bei N. R. Iwanow: Die Fisole. Inst. angew. Bot. 1926. — Dekaprelewitsch: Die in Georgien angebauten Fisolesorten. 1925.

In Turkestan wird noch eine Fisolensorte angebaut, die *Urdbohne*, Phaseolus Mungo (in Turkestan „Masch", im Ussurigebiet scheinbar „Lui-dau" genannt). Diese Sorte ist durch kleine grüne (oder braungrüne) Samen gekennzeichnet, die als Nahrungsmittel Verwendung finden. Das Stroh wird an das Vieh verfüttert. Oft wird die Urdbohne als Stoppelfrucht entweder zu Futter oder zur Gründüngung angebaut.

In Amerika wird unter dem Namen *„Kuherbse"* (Cowpea) eine Reihe 1jähriger Formen angebaut, die der Fisole nahestehen (Dolichos, Vigna sinensis u. a. m.), die gutes Futter liefern und Hitze und Trockenheit vertragen. Sie können zum Anbau als Hauptfrucht oder im Gemenge mit Hirse und Mohrenhirse für unser Schwarzerdegebiet von gewissem Interesse sein. Der Anbau im Gemenge erleichtert die Heuernte, kommt aber nur beim Anbau zu Grünfutter vor (dann wird das Gemenge entweder gemäht oder als künstliche Weide genutzt). Auf dem Versuchsfeld Werchnedneprowsk brachten einige Sorten der Kuherbse sogar ausgereifte Samen. Als Speisekörnerfrucht wird die Vigna oft in Georgien angebaut, wo sie, wie die Fisole, in Mais eingesät wird.,

10. Die Sojabohne oder Ölerbse (Soja hispida — Glycine hispida).

Diese Pflanze unterscheidet sich von allen vorhergenannten Leguminosen dadurch, daß ihre Samen neben einem hohen Eiweißgehalt (33%) etwa 18% Fett und fast gar keine Stärke enthalten; deswegen spielt sie im Osten auch als Ölfrucht eine wichtige Rolle. Der Stengel und die dreizähligen Blätter der Sojabohne sind behaart. Die unansehnlichen Blüten sitzen zu 1—2 Stück auf sehr kurzen Blütenstielchen in den Blattachseln; sie sind weiß oder hellviolett gefärbt.

Die der Sojabohne nächststehende *Wildform* ist Glycine soja oder Glycine ussuriensis, die wildwachsend im Amurgebiet und den benachbarten Teilen Chinas vorkommt. In China wird die Sojabohne schon seit altersher angebaut. Heute produziert China 80% der gesamten Sojaernte der Welt, von denen 56% allein auf die Mandschurei entfallen, wo alljährlich 39 Mill. dz Sojabohnen produziert werden. Für uns ist die Sojabohne deswegen von Interesse, weil es das Klima des mit der Mandschurei benachbarten Ussurigebietes erlaubt, auf eine große Entwicklung der Sojakultur in jenem Gebiet zu rechnen; dasselbe gilt auch für Turkestan und Transkaukasien.

Die *Zusammensetzung* der mandschurischen Sojabohne weicht offensichtlich nach der günstigen Seite hin von den Mittelzahlen ab, die in der westeuropäischen Literatur angegeben werden, und zwar ist sie noch eiweißreicher, wie folgende Zahlen zeigen[1]:

	Wasser %	Fett %	Eiweiß %	Kohlenhydrate %	Rohfaser %	Asche %
1.	8,6	19,9	42,8	—	—	—
2.	9,8	19,4	37,5	23,9	5,1	4,57

Die angeführten Zahlen (1) bedeuten den Durchschnitt von 28 Analysen (Station Gundschulin). In der zweiten Zeile sind ebenfalls Durchschnittswerte der Analysen eines japanischen Laboratoriums in Dairen angeführt[2]. Der Unterschied im Eiweißgehalt kann daher rühren, daß man in einem Falle bei der Umrechnung von Stickstoff auf Eiweiß den gewöhnlichen Koeffizient (6,25), im anderen Fall aber den für das Eiweiß der betreffenden Pflanze individuellen Koeffizient (5,7) genommen hat. Im letzteren Fall wird die Eiweißzahl bei gleicher Stickstoffmenge bedeutend herabgesetzt.

[1] Zitiert nach dem Buche von Chorwat: Die Sojabohne. Charbin 1927.
[2] Nach Schmakowsky: Die Soja-Bohne. Wladiwostok 1926.

Die stickstofffreien Extraktstoffe der Sojabohne setzen sich zusammen (nach CHORWAT) aus: 3,3 % Rohrzucker; 1,1 % Raffinose; 0,5 % Stärke; 4,9 % Galaktane; 4,9 % Pentosane; außerdem aus nicht näher bestimmten Hemizellulosen und einigen anderen Stoffen. Daraus ist ersichtlich, daß die Sojabohne sehr wenig lösliche Kohlenhydrate und Stärke enthält.

Nehmen wir sogar die zweite Reihe, so muß die mandschurische Sojabohne dennoch als ein selten eiweiß- und gleichzeitig fettreiches Nahrungsmittel anerkannt werden, wie folgender Vergleich zeigt (von den pflanzlichen Produkten kann nur die Erdnuß und der aus ihr hergestellte Kuchen [ohne Schale] die Sojabohne an Fett- [die Nuß] und Eiweißgehalt [der Kuchen] übertreffen):

	Eiweiß %	Fett %
Bestes Fleisch (Ausschnitt) . .	18,9	18,5
Schweinekotelett	16,9	30,1
Mandschurische Sojabohne . . .	37,5	19,4
Erbse	24,6	1,0
Weizen und Roggen	12,2	1,5[1]

Infolge dieser Nährstoffkonzentration in der Sojabohne ist es begreiflich, daß die Bevölkerung Chinas und Japans, welcher Fleischnutzung nicht möglich ist, schon sehr früh die Sojabohne richtig eingeschätzt und eine Reihe von Methoden ausgearbeitet hat, aus der Sojabohne Nahrungsmittel herzustellen, die auch die erforderliche Zusammensetzung und Vielseitigkeit in geschmacklicher Hinsicht aufweisen.

So sind die unreifen Bohnen in gekochtem Zustande zu Konserven verwendbar. Die reifen Samen werden in gekochtem (empfohlen wird Zusatz von Kartoffeln[2]), geröstetem[3] und gekeimtem[4] Zustand (als Salat) gegessen. Sie dienen ferner zur Herstellung von Tunken, Suppen, Grützen und als Kaffeersatz. Ferner werden im Orient aus der Sojabohne auch Milch und Käse hergestellt.

Der Genuß von aus Sojabohnen hergestellter Milch ist in China schon vor mehr als 2000 Jahren eingeführt worden. Tausende von kleinen Fabriken in China, Japan und Indochina stellen Sojamilch für den örtlichen Verbrauch her; die Buddhisten genießen keine Kuhmilch; außerdem ist die Sojamilch billiger als die gewöhnliche; deswegen heißt sie auch im Orient „die Milch der Armen". Die Zusammensetzung dieser Milch ist folgende:

	Wasser %	Eiweiß %	Fett %	Kohlenhydrate %	Asche %
Sojamilch	80—90	3,0—4,9	2,0—3,1	1,3—3,0	0,4—0,5
Kuhmilch	86	3,0	4,0	5,0	0,7

Die chinesische Methode der Sojamilchherstellung ist folgende: Die Bohnen werden zunächst in Wasser eingeweicht (12—24 Stunden, je nach der Jahreszeit). Darauf werden sie auf Granitmahlsteinen zermahlen, wobei der untere Stein eine Rinne für den Abfluß der dicken sahneähnlichen Flüssigkeit besitzt, der obere dagegen hat eine Öffnung, durch welche die gequellten Bohnen mit etwas Wasser eingeführt werden. Die erhaltene Masse wird mit Wasser bis zur Konzentration einer dicken Milch verdünnt. Sie wird durch ein Tuch geseiht und die Reste werden aufs neue gemahlen. Noch einfacher wird die Milch aus dem Sojamehl gewonnen: 1 Teil Mehl wird mit 8 Teilen Wasser vermischt; die Mischung wird 10 Minuten lang gekocht und dann durchgeseiht. Bei fabrikmäßiger Herstellung werden der Sojamilch verschiedene Stoffe zur Erhöhung des Nährwertes und des Geschmackes

[1] Nach SCHMAKOWSKY: a. a. O.

[2] Die Kochfähigkeit ist bei den einzelnen Sorten verschieden. Jedoch ist nicht nur die Sorte von Bedeutung, sondern die Kochkunst spielt auch eine Rolle. Im Osten gibt es sehr verschiedenartige Rezepte für das Kochen der Sojabohnen.

[3] Vor dem Rösten werden die Bohnen in Wasser, noch besser in einer 10proz. NaCl-Lösung eingeweicht, nach $^1/_2$—1 Stunde auf kleinem Feuer gekocht und dann geröstet.

[4] Die Bohnenkeime enthalten viel Vitamin C und sind deshalb ein gutes Mittel gegen Skorbut.

hinzugefügt (z. B. erhält man 100 kg Milch aus einer Mischung von: 10 kg Soja, 2,4 kg Zucker, 2 kg Sesamöl, 60 g Soda, 5 g Natronphosphat, 6 g Salz und Wasser soviel wie notwendig). Abgesehen von dem Verbrauch durch die Bevölkerung gewisser Teile Asiens hat sich die Sojamilch (ohne Zuckerzusatz) als wertvolles Nahrungsmittel für Diabetiker (Zuckerkranke) erwiesen, die kondensierte Sojamilch genießen. In Japan stellen Fabriken die kondensierte Sojamilch her.

Der Käse (Quark) aus Sojamilch („To-fu") ist in Ostasien ebenfalls stark verbreitet. In China und Japan ist der Verbrauch an To-fu sehr groß; seine Herstellung liegt vollständig in den Händen einer weitverbreiteten Hausindustrie kleinen Umfanges, die täglich Millionen von Einwohnern mit To-fu versorgen. Jedes Dorf hat mindestens einen To-fu-Laden, der auch gleichzeitig Fabrik ist (Chorwat). Auf chinesisch heißt To-fu: „Fleisch ohne Knochen". Die To-fu-Herstellung ist folgende: Die Sojamilch wird gekocht; darauf ihr zur Gerinnung Gips oder Mutterlauge aus der Seesalzgewinnung, die Chlor und schwefelsaures Magnesium enthält, zugesetzt. Der gewonnene Eiweißniederschlag wird abgepreßt, in Stücke geschnitten und in Wasser ausgewaschen (zur Entfernung der Magnesiumsalze) und der To-fu ist gebrauchsfertig. Manchmal wird zur Gerinnung Essig oder saure Molke des To-fu verwendet. Wird Sojakuchen dazu benutzt, so entsteht „Magerkäse". Der To-fu wird frisch oder „gefroren" (zur Entfernung des Wassers), gebraten oder geräuchert genossen.

Die Sojatunke ist ebenfalls eine Erfindung des alten China. Zu ihrer Herstellung wird die gekochte Sojabohne zerrieben und mit geröstetem Weizenmehl vermischt. Darauf wird diese Mischung mit einer Kultur von Aspergillus oryzae (zusammen mit anderen Aspergillusarten) auf geschrotenen und gekochten Weizenkörnern infiziert; dieser Pilz ersetzt gleichzeitig Malz und Hefe. Durch Salzzusatz wird eine Verlangsamung der Gärung herbeigeführt; die Masse wird aber dünnflüssiger und dunkelbraun. In ihr geht eine Hydrolyse des Eiweiß unter Bildung von Polypeptiden und Aminosäuren vor sich. Bei richtiger Führung des Gärungsprozesses (über 1 Jahr!) gewinnt die Masse einen recht angenehmen Geruch und Geschmack. Diese und andere mit der Verwendung der Sojabohne verbundene Prozesse werden von bedeutenden japanischen Fachleuten der Myko- und Bakteriologie in gut eingerichteten Laboratorien (z. B. im Zentrallaboratorium der südmandschurischen Bahn in Dairen) erforscht. Außer dieser flüssigen Tunke werden in Japan durch Gärung gekochter Sojabohnen andere trockensubstanzreichere (etwa 50 %) und weniger scharfe Speisen hergestellt, die bereits nicht mehr als Würze, sondern unmittelbar als Speise dienen („Miso", „Natto" usw.). Der mittlere statistische „Miso"-Verbrauch beträgt in Japan 40 g täglich je Kopf der Bevölkerung.

Der Sojakuchen ist eiweißreicher als die gewöhnlichen Preßkuchen und kann bei voller Entfernung des Fettes durch Extraktion als Material zur Herstellung von Speisemehl dienen, worauf man in Japan seine besondere Aufmerksamkeit lenkte. Aber bei der gewöhnlichen unzulänglichen Fettentfernung wird der Preßkuchen leicht bitter; bei schlechter Aufbewahrung in heißem Klima schimmelt er leicht. Deswegen dient ein großer Teil des in den schlecht ausgerüsteten Fabriken der Mandschurei gewonnenen Kuchens in Japan nicht einmal als Futter, sondern als Düngemittel; oder aber, falls der Kuchen noch nicht bitter geworden ist, wird er in Japan extrahiert, wonach er zur Herstellung von Speisemehl dienen kann[1].

Das Sojaöl gehört wie das der Sonnenblumen zu den halbtrocknenden Ölen (siehe über das „Austrocknen" der Öle weiter unten). Frisch gepreßt ist es neutral, geschmack- und geruchlos. Bei schlechter Aufbewahrung kann es bitter werden (Spaltung der Glyzeride unter Bildung freier Säuren; Sauerstoffaufnahme der letzteren unter Bildung von Oxysäuren usw.). Der Hauptbestandteil des Sojaöles ist wie auch der des Olivenöles das Glyzerid der Oleinsäure (auf die 70 % entfallen); aber etwa 25 % entfallen auf ungesättigte Säuren, hauptsächlich auf die Linolsäure (24 %) und zum Teil auf die Linolensäure (6 %). „Das raffinierte Sojaöl wird in den besten Gasthäusern der Südmandschurei verwendet, die für Europäer bestimmt sind und wo die Küche als erstklassig gilt" (Horwath). Außer der unmittelbaren Verwendung kann das Sojaöl durch Hydrierung an festen Fettsäuren angereichert und bis zur beliebigen Konsistenz, die der Rahmbutter, dem Schweine- oder sogar dem Schaffett entspricht, nach Maßgabe der Menge der sich bildenden Stearinsäure gebracht werden.

Von der Sojabohne kennt man eine außergewöhnlich große Zahl verschiedener *Varietäten*. So unterscheidet man nach der Samenfarbe: gelbe, grüne, braune und schwarze „Bohnen" (in Wirklichkeit ist dabei von den Samen die Rede). Außerdem weisen Form und Größe der Samen ebenfalls bedeutende

[1] Näheres siehe bei Honkamp: Sojabohnen und ihre Abfallprodukte. Landw. Versuchsstadt. 73.

Unterschiede auf. Vom Standpunkt der Verbreitung der Sojabohne aus sind aber die Unterschiede in der Länge der Vegetationsperiode und in den Wärmeansprüchen der verschiedenen Sorten am wichtigsten.

Man versuchte, die Pflanze in Europa einzuführen, besonders nachdem man sie im Jahre 1873 auf der Wiener Ausstellung kennengelernt hatte, als Haberlandt auf die wertvollen Eigenschaften der Sojabohne hinwies. Aber infolge der großen Wärmeansprüche und der langen Vegetationsdauer eignete sich die Sojabohne nur für die südlichsten Länder Europas. Versuche, die Sojabohne auch in nördlicheren Ländern einzuführen, blieben erfolglos. In Deutschland z. B. litt die Sojabohne bereits unter Kälte und bei den Versuchen von Blomeyer brachte sie in 5 Jahren nur 2mal reife Samen.

Bei uns erwachte das Interesse für die Sojabohne in den 90er Jahren nach der Erbauung der mandschurischen Bahn, als die „Sojabohne von Owsinsky[1]" und einige mandschurische Sorten besonders stark empfohlen wurden. Aber die „Owsinsky-Sojabohne" stellte sich gar nicht als so frühreif heraus, wie sie bezeichnet wurde. In den Versuchen in der Nähe von Kutais, die in dieselbe Zeit fallen, stellte sich die japanische Sorte „Yoshiwara" als frühreifer heraus. Überhaupt hatte man damals keine systematischen Angaben über die Sortenprüfung der Sojabohne verschiedener Herkunft. Trotzdem hat sich die Kultur der Sojabohne in Georgien eingebürgert; jedoch wird darauf hingewiesen, daß die dort verbreitete „Imeretin-Sojabohne" mit dem Mais zusammen reif wird; deswegen ist es im Interesse besserer Arbeitsverteilung sogar für Georgien erwünscht, frühreifere Sorten zu besitzen[2]. Um so mehr ist bei der Ausdehnung nach Norden eine sorgfältige Auswahl frühreifer Sorten notwendig. Die gewöhnlichen Sorten können z. B. nicht immer bei Saratow ausreifen; aber auf der Versuchsstation Krassnyi-Kut, wo etwa 100 Sorten verschiedener (meist mandschurischer) Herkunft geprüft wurden, erzielte man in den Jahren 1925 und 1926 mit den unter den betreffenden Verhältnissen besten Sorten Samenerträge von 15—19,5 dz/ha[3].

Auf diese Weise ist im äußersten Südosten und im Kubangebiet die Kultur der frühreifen Sojasorten möglich; in Transkaukasien und Turkestan aber ist sogar eine noch größere Auswahl möglich. Außerdem muß man im Küstengebiet des Stillen Ozeans, wo erst unlängst ein solch energisches Vordringen des Reisbaues nach Norden stattfand, der Sojabohne eine wichtige Rolle zuteilen als einer im Orient sehr wichtigen Samenleguminose, die außer ihrem Wert als Handelsobjekt gleichzeitig helfen wird, eine geregeltere Lösung in der Frage der örtlichen Fruchtfolgen zu finden.

Den Anbau der Sojabohne wollen wir nicht im einzelnen beschreiben. Es sei nur darauf hingewiesen, daß sowohl die allgemeinen Maßnahmen der Hackkultur wie das Verhalten der Leguminosen zur Düngung und ihre Stellung in der Fruchtfolge auch in diesem Falle beachtet werden müssen.

Es sei außerdem noch darauf hingewiesen, daß der Frage über die spezifischen Eigenschaften der Knöllchenbaktereien und über die Notwendigkeit der Bodenimpfung bei Versuchen, die Sojabohne in neuen Gebieten einzuführen, nicht genügend Beachtung geschenkt wurde.

---

[1] Owsinsky: Die frühe Sojabohne. 1898. — Semenow: Die mandschurische Sojabohne „Choando". Landw. Nachr. 1903. — Klutscharew: Aufzeichnungen über die Landwirtschaft Südrußlands. 1900.

[2] Dekaprelewitsch: Die Samenleguminosen Georgiens. 1926.

[3] Konstantinow: Über technische und spezielle Kulturen usw. 1927.

11. **Die Erdnuß** (auch chinesische Nuß, Arachis; Arachis hypogaea) ist eine Ölleguminose mit am Boden liegenden Stengeln, mit gefiederten Blättern (2 Blättchenpaare), mit gelben Blüten, von 25 cm (lagernde Arten) bis 50 cm (Buscharten) Höhe. Die biologische Besonderheit dieser Pflanze besteht darin, daß sich der Blütenstengel nach der Blüte dem Boden zuneigt und der Fruchtknoten in den Boden eindringt (in eine Tiefe von 7—10 cm), wo auch die endgültige Fruchtbildung erfolgt. Dies gibt der Kultur dieser Pflanze ein besonderes Gepräge, indem sie sich einer anderen „Bodenfrucht", der Kartoffel, nähert (Häufeln, Ernte durch Ausgraben), ungeachtet der Unterschiede in der Zusammensetzung und in der botanischen Natur der sich unter der Erde bildenden Organe.

Als *Heimat* der Erdnuß wird Brasilien angesehen, wo wildwachsende Formen gefunden wurden. Aber sie wird schon seit altersher in China und Afrika angebaut und gegen Ende des 19. Jahrhunderts nahm die Ausfuhr dieser Nuß nach Marseille bedeutende Ausmaße an. In Amerika ist die Kultur der Erdnuß ebenfalls schon lange bekannt; sie befindet sich dort in den Vereinigten Staaten in bedeutender Entwicklung. In Europa wird die Arachis in den Mittelmeerländern angebaut. Wir haben für die Erdnuß völlig passende Verhältnisse in Transkaukasien, Turkestan und in Ussurien, ferner in der Krim und im nördlichen Kaukasus. Die Grenze einer regelmäßigen Reife geht von Jeisk nach Tichorezkaja, Armawir, Beloretschenskaja, Abinskaja, Noworossisk und weiter die Küste des Schwarzen Meeres entlang nach Südosten[1].

In ihrer *Zusammensetzung* zeichnen sich die Früchte der Erdnuß durch hohen Ölgehalt aus — etwa 50%, d. h. mehr als in der Sojabohne. Sie ist aber etwas eiweißärmer. Es folgt die Zusammensetzung der Erdnuß (nach Kellner):

Fett	Eiweiß	N-freie Substanzen	Rohfaser	Asche
%	%	%	%	%
49—50	24,5—30,0	11,7—12,0	4,5—6,0	1,8—2,8

Das *Öl* der Erdnuß, das zu den nicht trocknenden Ölen gehört, ist eins der besten Speiseöle. Es ist im Handel unter dem Namen „Arachisöl" bekannt, wird oft dem Provenceöl hinzugesetzt oder auch unmittelbar zur Speise verwendet (auch bei der Herstellung von Sardinen- und anderen Fischkonserven). Kalt gepreßt hat es eine hellgelbe Farbe, bei der Erwärmung des Kuchens wird es dunkler. Die schlechtesten Sorten werden zur Seifensiederei verwandt („Marseilleseife"). Zur Herstellung von Öl wird die Nuß geschält. Beim Preßverfahren aber wird die Schale nicht ganz entfernt, etwa 8% werden zur „Dränage" übriggelassen (zur besseren Entfernung des Öles). Sogar dann ist der Erdnußkuchen noch ein Futtermittel von hohem Futterwert. Die besten Kuchensorten aber besitzen Bedeutung als Nahrungsmittel. So dienen sie z. B. den Afrikanern (Kongo) zur Nahrung. Das Erdnußkuchenmehl (45% Eiweiß!) kann dazu dienen, den Eiweißgehalt der Nahrung zusammen mit anderen Mehlarten zu erhöhen. Es wird zur Herstellung verschiedener Gebäcke verwandt (wird den minderwertigeren Schokoladesorten hinzugesetzt). Außerdem wird aus den besten Erdnußkuchensorten die Chalwa hergestellt (eine in der Türkei und Rußland sehr geschätzte süße Speise. Anmerkung des Herausgebers). Es folgt ein Vergleich zwischen der Zusammensetzung des Erdnußkuchens und des Sonnenblumenkuchens:

[1] Siehe Näheres bei Grüner und Bessonow: Die Erdnuß. Krassnodar, Genossenschaft „Arachis" 1923.

	Eiweiß %	Fett %	N-freie Substanzen %	Rohfaser %	Asche %
Erdnußkuchen	44,5	9,2	23,8	5,2	6,5
Sonnenblumenkuchen . . .	36,4	11,0	22,9	14,0	6,5

Folglich enthält der Erdnußkuchen beinahe nur ein Drittel der Rohfaser des Sonnenblumenkuchens und ist bedeutend eiweißreicher. In ganzem Zustand sind die gerösteten Nüsse ein allgemein bekanntes Genußmittel.

Die Erdnuß liebt wie die Kartoffel nicht zu bindige *Böden*. Sie gedeiht auf leichten sandigen Lehm-, lehmigen Sand-[1] und auf Schwemmlandböden.

Die schweren Lehmböden in Amerika werden gekalkt, um den Erdnußbau zu ermöglichen. Die geilen Schwarzerdeböden können infolge ihres Stickstoffreichtums eine zu üppige Entwicklung der vegetativen Organe hervorrufen und Pilzerkrankungen begünstigen. Salzhaltige Böden verträgt die Erdnuß nicht.

Bereits aus obigen Ausführungen über die Verbreitung der Kultur ist ersichtlich, daß die Erdnuß eine *wärmeanspruchsvolle Pflanze* ist. Sie verlangt 5—6 frostfreie Monate; Feuchtigkeitsüberschuß (besonders im Herbst) ist schädlich.

Ihrer Kultur nach gehört die Erdnuß zu den typischen *Hackfrüchten* wie die Kartoffel. Dieser Umstand macht sie zu einer guten Vorfrucht für Getreide, um so mehr, als sie zum Unterschied von der Kartoffel ein Stickstoffsammler ist. Sie wird spät bestellt. Wenn wir die Bodenbearbeitung nicht näher besprechen — sie variiert den örtlichen Verhältnissen entsprechend (Klima, Boden, Berieselungsmöglichkeit), — bemerken wir nur, daß die Samen entweder mit oder ohne Hülsen gesät werden, was sein Für und Wider je nach den Saatverhältnissen hat; dabei kann das Saatgut trocken oder vorgequollen sein. In den Vereinigten Staaten werden besondere Drillmaschinen verwendet; gewöhnlich wird aber mit der Hand nach dem Markeur gepflanzt bei einer Reihenentfernung von 53—70 cm je nach der Sorte und anderen Verhältnissen. Die *Pflege* besteht im Hacken und Behäufeln der Strauchsorten; die lagernden Sorten brauchen nicht gehäufelt zu werden. *Geerntet* wird entweder mit der Hand, indem die Sträucher zusammen mit den Hülsen aus dem Boden gezogen werden, oder indem man Kartoffelerntemaschinen und andere Geräte anwendet, welche die Sträucher ausgraben, ohne sie mit Erde zu bedecken. Danach werden die Sträucher getrocknet (in Amerika auf besonderen Gerüsten). Oder es werden zwischen Erdnußpflanzen Sonnenblumen angebaut, und zwar in geringen Mengen, so daß auf den Hektar etwa 200 Pflanzen entfallen. Nachdem man die Blätter und die Köpfe der Sonnenblumen abgeschnitten hat, benutzt man die Sonnenblumenstengel an Stelle von Pfählen bei der Trocknung der Erdnuß. Nach dem Trocknen werden die Nüsse mit der Hand abgerissen oder mit leichten Holzflegeln gedroschen; in Amerika gibt es besondere Dreschmaschinen.

Die *Erdnußerträge* sind recht verschieden. Im Süden (Afrika, Spanien) schwanken sie zwischen 19,5 und 34,5, ja bis 42 dz/ha. An der Nordgrenze ihrer Verbreitung muß man frühreifere Sorten wählen und dennoch ist die Reife nicht immer vollständig. So erhält man bei Odessa 11,2 dz (nach Bytschichin), im Kubangebiet darf man wahrscheinlich mit 7,5—15 dz[2] rechnen, in Transkaukasien und Turkestan können die Erträge noch höher sein.

[1] „Die Erdnuß kann man für den Süden empfehlen, wenn man den Sand befestigt und mit Stickstoff anreichert." Mixajew: Die wertvollen Kulturen Aserbeidschans. Baku 1926. — In diesem Fall erfolgt aber eine Dibbelsaat *bei möglichst geringer Bodenlockerung*, die für lockere Sande schädlich ist.

[2] Siehe Grüner und Bessonow. 1923. — Ebenfalls Bytschichin: Über die Kultur der Erdnuß. 1898.

12. Die Lupinen (Wolfsbohnen, Fava lupina der Italiener)

sind krautartige Pflanzen aus der Familie der Schmetterlingsblütler und der Ordnung Genisteae, die durch das Zusammenwachsen sämtlicher 10 Staubfäden zu einem Röhrchen charakterisiert wird. Sie besitzen grün werdende Keimlappen und lanzettliche Blätter (5—11 Blättchen), einen aufrechtstehenden Stengel, der den Blütenstand in Form einer langen gipfelständigen Traube mit grell gefärbten Blumenblättern trägt. Fremdbestäubung ist die Regel. Die Pfahlwurzel ist stark entwickelt; Nebenwurzeln sind nicht zahlreich vorhanden und entfernen sich nicht weit von der Hauptwurzel. Die Wurzelknöllchen erlangen gewöhnlich bedeutende Größe und sitzen fest an den Wurzeln (zum Unterschied z. B. von der Erbse).

Die Lupinensamen zeichnen sich durch einen außergewöhnlich hohen Eiweißgehalt und durch Fehlen von Stärke aus; die Kohlenhydrate sind durch die Gruppe der Galaktane vertreten. Bei Lupinus luteus ist der Gehalt an Eiweiß höher als an Kohlenhydraten (38 % gegen 25 %). Außerdem enthalten die Lupinensamen gewöhnlich bittere und giftige Stoffe, von denen die Alkaloide *Lupinin* und *Lupinidin* besser erforscht sind[1].

Die größte Bedeutung für den Anbau besitzen folgende Arten:

1. *Lupinus luteus* mit gelben duftenden Blüten, die zu 5 in einem Quirl zusammenstehen, mit Blättern, die aus 9 Blättchen bestehen und ziemlich breit und umgekehrt eiförmig sind. Die Hülsen sind dicht behaart. Die ganz schwach rosa gefärbten Samen tragen schwarze Punkte und sind an den Seiten abgeflacht. Die Pflanzen werden etwa 80 cm hoch, tragen reichlich Blätter und verzweigen sich oben. Man kennt auch schwarzsamige Pflanzen.

2. *Lupinus angustifolius* mit blauen Blüten und bedeutend schmäleren Blättern. Die Samen sind rundlicher (nierenförmig) und grau gefärbt mit hellen Flecken; man kennt allerdings auch weißsamige Lupinen dieser Art. Die blaue Lupine kann höher werden als die gelbe, erscheint aber weniger beblättert. Nach Fruwirth steht aber die blaue Lupine in der Menge der organischen Substanz der gelben Lupine oft nicht nach. Es gibt auch Sorten der schmalblättrigen Lupine mit rosa Blütenblättern. Eine solche Sorte ist z. B. von J. Sypniewski in Pulawa gezüchtet worden; sie zeichnet sich durch Frühreife aus[2].

3. *Lupinus albus* (hieran schließt sich auch Lupinus albus thermis), die weiße Lupine, wird in Georgien unter dem Namen „Chantschkoli" als Winterung angebaut und spielt als Speisepflanze eine Rolle[3]. Sie stammt aus dem Süden, worauf schon ihre Namen „ägyptische, römische, sizilianische Lupine" usw. hindeuten. Sie ist eine sehr große Pflanze (bis zu $1^1/_2$ m), die sich üppig entwickelt, aber wärmeanspruchsvoll ist, besonders beim Anbau zur Samengewinnung. Blüten und Samen sind weiß gefärbt. In mancher Hinsicht steht dieser Form die haarige Lupine, Lupinus hirsutus, nahe. Manchmal trifft man in der Kultur auch andere Formen, wie z. B. Lupinus mutabilis, Lupinus Cruckshanksii; aber nach den Versuchen von Prof. Budrin[4] zeigten sie keine Vorteile gegenüber der gelben oder blauen Lupine beim Anbau in Nowaja-Alexandria.

Von den *mehrjährigen Lupinen* sei die ausdauernde Lupine, *Lupinus polyphyllus*, erwähnt, die aus Nordamerika stammt. Diese Lupine ist dadurch inter-

[1] Siehe über die Zusammensetzung und Entbitterung der Lupinen bei Neubauer: Landw. Versuchsstat. 64.

[2] J. Sypniewski: Die Varietäten und Rassen von Lupinus angustifolius. Ann. landw. Inst. in Pulawa. 6 (1925) (polnisch).

[3] Dekaprelewitsch: Die Samenleguminosen Georgiens. 1926.

[4] Siehe Budrin: Mitt. üb. d. Anbau d. Kulturpflanzen 3 (1900).

essant, daß sie nicht wärmeanspruchsvoll ist; ihre Samen werden sogar in Nordrußland reif, zum Unterschied von luteus und angustifolius.

Die Lupine war bereits den Römern bekannt, aber bedeutende Verbreitung fand sie erst in den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts in Deutschland, als man auf die Fähigkeit dieser Pflanze aufmerksam wurde, arme Sandböden auszunutzen, diese durch ihre Wurzelreste zu verbessern und Schaffutter zu liefern. Weil aber jene Zeit der Schafzucht sehr günstig war, war es wichtig, ein Mittel zum Ausbau der Schafhaltung auf Sandböden zu gewinnen. Diese erhielten daher einen verhältnismäßig höheren Wert als früher. Aber bald wurden die Anhänger dieser neuen Kultur in gewissem Sinne enttäuscht; es stellte sich heraus, daß die Verfütterung der Lupinen (besonders der gelben) schwere Erkrankungen hervorrufen kann, die mit dem allgemeinen Namen „Lupinose" bezeichnet werden (Fieber, Gelbsucht, blutiger Harn) und oft nach 4—5 Tagen zum Tode des Tieres führen. Gewöhnlich wurden diese Erkrankungen bei Schafen beobachtet, weil diese am ehesten den bitteren Geschmack der Lupinen vertragen und dieses nicht besonders verdauliche Futter am meisten an Schafe verabreicht wird. Das Auftreten dieser Krankheit ist nicht vorherzusehen und schwankend. In den verschiedenen Jahren und je nach den verschiedenen Ernteverhältnissen kann die Lupine bald mehr, bald weniger befähigt sein, die Lupinose hervorzurufen. Die Ursachen der Erkrankung werden durch das Vorhandensein von Alkaloiden nicht genügend erklärt, und einige Forscher äußerten die Vermutung, daß die Gefahr der Erkrankung von einem Pilzbefall der Lupine bei der Ernte abhängt. Schließlich baute man die Lupine hauptsächlich zur Gründüngung. Für diesen Zweck ist die Lupine auf Sandböden unersetzlich, denn die Wirkung einer solchen Düngung steht nicht hinter der des Stallmistes zurück.

Später jedoch fand man auf Grund des Eiweißreichtums der Lupinensamen und in der Absicht, diesen auszunutzen, doch Verfahren, die Lupinen auf die eine oder andere Art zu entbittern und zu entgiften, worauf sie als Futter für alle Tiere verwendbar sind. Lupinenheu- und -stroh können als unhandlicheres und weniger wertvolles Material dieser Behandlung natürlich weniger bequem unterzogen werden.

Für die *Zusammensetzung* der Samen und des Strohes können z. B. für die gelbe Lupine folgende Zahlen dienen[1]:

	im Samen	im Stroh
Trockensubstanz	87,2	87,5
Eiweiß	35,4	4,5
Fett	5,3	1,8
Stickstoffreie Extraktstoffe	29,2	43,8
Rohfaser	13,8	34,5
Asche	3,5	2,9

Die Samen der gelben Lupine enthalten demnach 3mal soviel Eiweiß wie das Roggenkorn.

In einzelnen Fällen kann der Eiweißgehalt bis auf 45% ansteigen. Die Asche der Samen besteht hauptsächlich aus phosphorsauren Salzen des Kaliums und Magnesiums; in der Asche des Strohes dagegen ist Kalk in großer Menge vorhanden.

Wir gehen nun zu den Wachstumsbedingungen der Lupinen über und wollen zuerst bei ihrem Verhalten zum *Klima* verweilen.

[1] Früher wurde diese Pflanze bei uns nur als Zierpflanze angetroffen. Über die landw. Bedeutung dieser Pflanze siehe weiter unten.

Die Vegetationsperiode zeichnet sich nicht durch Kürze aus. Für die gelbe Lupine berechnet Fruwirth ungefähr 140 Tage (in Deutschland und Österreich). Bei uns ist sie natürlich etwas kürzer. In der Tat gibt Budrin für Nowaja-Alexandria etwa 130 Tage als Mittelwert an. Dabei überflügelt die blaue Lupine in der Entwicklung die gelbe etwas.

In Deutschland nimmt man an, daß es schwer ist, die Lupine oberhalb des 53. Breitengrades zur Samengewinnung anzubauen. Dies hängt außer von der Länge der Vegetationsperiode auch noch davon ab, daß die jungen Lupinenpflanzen frostempfindlich sind und deshalb nicht früh bestellt werden können. Nach Fruwirth geht die gelbe Lupine bei Frösten von —2 bis 3° C ein.

In Rußland ist die nördliche Grenze des Lupinenbaues zur Samengewinnung noch nicht ganz festgestellt. Wahrscheinlich wird sie für die blaue Lupine durch das Gouvernement Smolensk, durch den Süden des Gouvernements Moskau, den Norden des Gouvernements Rjasan und weiter östlich durch die Gouvernements Nishnij-Nowgorod und Kasan verlaufen. Aber bereits in Moskau selbst reift die blaue Lupine nicht in jedem Jahr aus und die Nordgrenze der gelben Lupine verläuft noch südlicher. Natürlich kann die Züchtung frühreifere Sorten bringen. So reift z. B. die oben erwähnte Sorte von Sypniewski 14 Tage früher als die gewöhnliche Lupinus angustifolius. Auf der Station Nowosybkow hat man in dieser Hinsicht ebenfalls bestimmte Fortschritte gemacht und dennoch kann das Vorrücken der Anbaugrenze der blauen Lupine nach Norden nicht erheblich sein. Natürlich ist der Anbau zur Gründüngung (mit käuflichem Saatgut) auch nördlich der angeführten Grenze möglich.

Überall gut gedeiht in Nordrußland nur die mehrjährige Lupine, Lupinus polyphyllus. Sie ist vorläufig die einzige Form, die man hier mit eigen gewonnenem Saatgut anbauen kann, wenn die Notwendigkeit, Samen zu kaufen, ein Hindernis zur Verbreitung anderer Formen zur Gründüngung darstellt.

Die Lupinen zeichnen sich durch große Anspruchslosigkeit an den *Boden*, jedenfalls an den Nährstoffgehalt im Boden aus. Keine andere Pflanze wird so gut mit armen *Sandböden* fertig wie die Lupine. Aber für die Lupine sind gewisse physikalische Eigenschaften des Bodens wichtig: Durchlässigkeit und Tiefgründigkeit. Feuchte Lehmböden, saure Humusböden und flache Böden mit festem Untergrund sind für die Lupine ungeeignet. Die Ursache hierfür, daß die Lupinen sich nicht nur auf armen Sandböden mit Nährstoffen und Feuchtigkeit versorgen, sondern auch noch solche Böden verbessern können, besteht in folgendem:

a) Die Lupinen verfügen über ein stark entwickeltes, *tief eindringendes Wurzelsystem* und können deswegen den Untergrund besser ausnutzen als Getreide.

b) Ihre Wurzeln verfügen über ein viel stärkeres *Aufschließungsvermögen* als die Getreidewurzeln. Sie können sich z. B. Phosphorsäure aus sehr schwerlöslichen Mineralien verschaffen, z. B. aus den Phosphoriten und folglich aus den analogen wenig löslichen Verbindungen im Boden. Dasselbe gilt wahrscheinlich auch für die anderen Elemente der mineralischen Nährstoffe.

c) Als *energischer Stickstoffsammler verbessert* die Lupine wesentlich die *Sandböden* nicht nur, wenn sie als Gründüngung untergepflügt wird, sondern auch durch ihre Wurzelreste beim Anbau zur Samengewinnung, in denen sie bedeutende Mengen an organischer Substanz und Stickstoff zurückläßt.

Diese Stickstoffzunahme ist in einem solchen Maße fühlbar, daß, als Schultz-Lupitz im Jahre 1880 (also noch vor den Arbeiten von Hellriegel) an Maercker einen Boden, der 15 Jahre Lupinen getragen hatte, zur Analyse einschickte, in diesem Boden eine solche Stickstoffsteigerung im Vergleich mit den Böden der

benachbarten, durch die Lupine nicht verbesserten Felder festgestellt wurde, daß man vom Feldversuch zur Überprüfung der physiologischen Grundlagen der Lehre von den Stickstoffquellen der Pflanzen übergehen mußte. Desgleichen mußte man auf wirtschaftlichem Gebiet die Richtigkeit der Auffassung über den Lupinenbau als eine Methode der gründlichen Verbesserung der Sandböden anerkennen. Aus dem Gesagten geht nicht hervor, daß die Lupine unbedingt Sandböden verlangt. Sie gedeiht, wie auch jede andere Pflanze, auf reicheren Böden üppiger, wenn diese Böden nur nicht zu bindig sind.

So gedeiht die Lupine zur Samengewinnung sehr gut auf verschiedenen Abarten der Schwarzerde. Aber für die Schwarzerde selbst ist die Lupine nicht von dem Interesse wie für die Sandböden.

Eigenartig ist in dem Verhalten der Lupine zum Boden der Umstand, daß sie zum Unterschied von der Mehrzahl der Leguminosen einen gewissen Säuregrad des Bodens verträgt, weswegen sie auch auf Podsolböden gedeihen kann. Nach ARRHENIUS ändert sich die Lupinenernte je nach der Bodenreaktion folgendermaßen:

pH	3	4	5	6	7	8
Lupinenernte	27	43	53	76	53	33

Nach anderen Beobachtungen liegt das Optimum sogar näher bei 5 als bei 6. Jedenfalls ist das Überschreiten des Neutralpunktes (pH = 7) sogar in das Gebiet der schwach alkalischen Reaktion für die Lupine bereits schädlich. Deswegen reagiert die Lupine, wie seit langem bekannt, auf bedeutende *Kalk*mengen *ungünstig*. Aus gleichem Grunde gelingt ihr Anbau auf Kalkböden oft nicht, sogar wenn diese Böden genügend durchlässig sind. Auch darf dem Anbau von Lupinen keine starke Kalkung und Mergelung vorangehen. Aber auf stark sauren Böden kann eine mäßige Kalkung zur Neutralisation eines Teiles der Säure auch für die Lupine nützlich sein.

In den Bodenansprüchen werden zwischen den verschiedenen Lupinenarten gewisse Unterschiede beobachtet: Die blaue Lupine ist etwas weniger empfindlich sowohl gegen höheren Kalkgehalt als auch gegen ungenügende Durchlässigkeit des Bodens. Aber die gelbe Lupine kann ärmere, fast fliegende Sandböden vertragen.

In ihrer Stellung in der *Fruchtfolge* sind die Lupinen ebenfalls anspruchslos. Sie können auf jede beliebige Frucht folgen, sogar auf sich selbst und eine „Lupinenmüdigkeit" in dem Sinne, wie man von einer Kleemüdigkeit spricht, hat bis jetzt offenbar noch niemand beobachtet. Allerdings berichtete SCHULTZ-LUPITZ, daß er auf einem Schlage jahraus jahrein Lupinen zu Grünfutter für Schafe baute und daß die Erträge nach einigen Jahren zu sinken anfingen. Aber als er Kali und Phosphorsäure düngte, stiegen die Erträge wieder und im Jahre 1892 zählte er 24 Jahre ununterbrochenen Lupinenbau auf diesem Schlag. Also war dies nur eine Verarmung des Bodens an Mineralstoffen gewesen, die leicht zu beseitigen ist. Natürlich wendet man ohne Zwang einen solchen ununterbrochenen Anbau nicht an und gewöhnlich werden die Lupinen in der Fruchtfolge angebaut. Allerdings deutete FRUWIRTH darauf hin, und es wurde wiederholt bestätigt[1], daß bei der Einführung der Lupine in der Kultur bessere Erträge bei nochmaliger *Wiederholung ihres Anbaues auf derselben Stelle* beobachtet wurden als bei Verlegung des Anbaues von Jahr zu Jahr auf andere Schläge. In diesem Falle wirkt die langsame Vermehrung der entsprechenden Knöllchenbakterien im Boden unter der Einwirkung des Lupinenbaues. Aber die Bakterien

[1] Z. B. durch S. M. BOGDANOW: Chosjain 1903, Nr 48.

können auch künstlich — durch Impfung — zugeführt werden, indem man zusammen mit den Samen etwas Boden einbringt, der schon früher Lupinen getragen hat, oder Reinkulturen (Nitragin) verwendet.

In der Fruchtfolge wechselt die Lupine am häufigsten mit Roggen, Kartoffeln und anderen Früchten der Sandböden. Wird sie zur Samengewinnung angebaut, so nimmt sie die volle Vegetationsperiode ein und kann auf jede beliebige Pflanze folgen. Auf Lupinen zur Samengewinnung folgt am häufigsten Sommerung; besonders gewinnt dadurch auf Sandböden die Kartoffel. Roggen kann nur in mildem Klima, z. B. in Wolhynien, nach Samenlupinen angebaut werden. Es muß bemerkt werden, daß die Wurzelreste der Samenlupinen den Boden wesentlich mit Stickstoff anreichern (abgesehen vom Unterpflügen als Gründüngung, wovon weiter unten die Rede sein wird). Es folgt ein Beispiel über die Wirkung der Lupine als Vorfrucht, das den Versuchen von Prof. Budrin in Nowaja-Alexandria entnommen ist:

	Nach Winterweizen dz	Nach Kartoffeln dz	Nach Samenlupinen dz
Roggenertrag	3,8	5,7	11,3[1]

Für die *Düngung* der Lupine findet der Stallmist natürlich keine Anwendung, weil die Lupine gewöhnlich eben zu dem Zwecke auch gebaut wird, den Stallmist zu ersetzen. Selbst wenn dies nicht der Fall wäre, so könnte der Stallmist der Lupine wegen seines Stickstoffgehaltes sogar schaden. Aus demselben Grunde wird natürlich auch keine Stickstoffdüngung gegeben. Nicht selten aber muß man für die Ergänzung der Kali- und Phosphorsäurevorräte im Boden Sorge tragen (bei wiederholtem Lupinenbau) infolge der Armut der Böden, auf denen die Lupine gebaut wird. Im Westen werden gewöhnlich Kainit und von den Phosphaten — Thomasmehl mit Erfolg angewendet. Bei uns müssen der Lupine Phosphorite gegeben werden wegen ihrer erwiesenen Fähigkeit, auf Sandböden auch diese Phosphatform auszunutzen.

Infolge der hohen Phosphorsäureaneignungsfähigkeit kann die Lupine jedoch zu Beginn des Anbaues auch ohne Phosphatgaben gebaut werden; denn bei ihr tritt der Mangel an Kali früher ein als an Phosphaten. So brachten auf der Station Nowosybkow die Kalisalze bei ununterbrochenem Lupinenbau eine Ertragssteigerung der Samenernte um 90%, Phosphate dagegen eine solche um 22%. Eine sehr gute Wirkung übte auf die Lupine Asche aus, die bei einer Gabe von 16,8 dz/ha einen Samenertrag von 21 dz gegen 10 dz auf der Kontrollparzelle ergab[2].

Das eigenartige Verhalten der Lupine gegen Kalk wurde bereits weiter oben erwähnt. Daher sucht man, falls die Kalkung des Bodens notwendig ist, sich so einzurichten, daß die Kalkung mit dem Anbau der Lupine auf dem betreffenden Schlag nicht zusammenfällt und nicht stark ist. Die Ursachen dieses Verhaltens der Lupine gegen Kalk sind nicht genügend bekannt, aber die Tatsache selbst ist unzweifelhaft. Die Versuche von Heinrich besagen, daß bereits eine Erhöhung des Kalkgehaltes des Bodens auf 0,25% schädlich ist. In diesen Versuchen wurde Sand genommen, auf dem die Lupine gut wuchs und steigende Kreidemengen hinzugesetzt. Im Zusammenhang damit änderten sich die Lupinenerträge folgendermaßen:

	Reiner Sand g	Sand mit 0,5% Kreide g	Sand mit 1% Kreide g	Sand mit 5% Kreide g	Sand mit 10% Kreide g
Erträge . . .	160,5	103,0	58,7	47,1	26,7

[1] Lupine, die zur Gründüngung untergepflügt wird, hat natürlich noch eine größere Wirkung (im betreffenden Fall 17,1 dz Roggen).

[2] Siehe E. K. Alexejew: Mineralische Düngung auf Sandböden. Nowosybkow 1928.

Ebenso schädlich war eine Gipsgabe in einer Menge von 1 Gewichtsprozent des Bodens (starke Gabe) und von kohlensaurem Magnesium in einer Menge von 0,5 %. Sogar phosphorsaurer Kalk in einer Menge von 0,5 Gewichtsprozent des Bodens wirkte schädlich. Wenn die Phosphate in der Praxis auch niemals in solchen Gaben gegeben werden, daß ihr Verhältnis zur Bodenmasse 0,5 % erreicht, so kennt man Fälle, in denen Gaben kalkreicher Phosphate (Thomasmehl) auf die Entwicklung der Lupinen trotz der Phosphorsäurebedürftigkeit des Bodens nicht besonders günstig einwirkten. Verschiedene Beobachtungen sprechen dafür, daß eine Gabe Kainit diese übermäßige Empfindlichkeit der Lupine gegen Kalk etwas herabsetzt[1]. In unseren Kulturen wurde wiederholt eine günstige Wirkung sehr kleiner Kalkmengen auf die Lupine beobachtet. Aber die Grenze der günstigen Kalkwirkung liegt offenbar sehr niedrig und die Kalkmengen, die für das Getreide nützlich sind, sind für die Lupine bereits schädlich. Außerdem hängt der Beginn der schädlichen Wirkung bei steigenden Kalkmengen wesentlich von den Bodeneigenschaften ab[2]. Deswegen muß man alle früheren Angaben über die Kalkmengen, die man der Lupine geben darf (oder nicht darf), mit Vorsicht aufnehmen, weil die Bodenreaktion vor und nach der Kalkung nicht in Betracht gezogen wurde.

Bei der *Bearbeitung* von Sandböden braucht man auf den Charakter des Wurzelsystems der Lupine keine besondere Rücksicht zu nehmen und für die Vertiefung der Ackerkrume nicht zu sorgen. Die Vertiefung ist aber um so notwendiger, je bindiger und undurchlässiger der Boden ist; um so weniger ist aber auch ein solcher Boden an sich zum Lupinenbau geeignet. Gewöhnlich begnügt man sich auf lockeren Böden mit einer Herbstfurche. Eine Frühjahrsfurche (abgesehen von der Saatfurche) kann auf verunkrauteten und bindigeren Böden, die den Anbau nur weniger Lupinenarten gestatten (Lupinus polyphyllus), notwendig sein.

Wenn die Lupine zum erstenmal angebaut wird, so ist es zur Sicherstellung eines guten Wachstums notwendig, die Samen oder den Boden mit entsprechenden Bakterien zu *impfen*. Beim Impfen verfährt man verschieden, und zwar: man kann die Samen mit Boden in Berührung bringen, der von einem alten Lupinenschlag stammt; man kann mit Hilfe einer kombinierten Drillmaschine gleichzeitig die Lupinensamen und den Impfboden drillen. Man kann Lupinenwurzeln mit gut entwickelten Knöllchen sammeln, sie über Winter im Keller aufbewahren, vor der Saat einen Brei aus diesen Knöllchen mit Erde herstellen und damit die Samen impfen. Man kann ferner Reinkulturen (Nitragin) anschaffen, falls sich dazu die Möglichkeit bietet. Kann man nirgends Impfmaterial erhalten, so kann man bei sich eine „Kultur" für Knöllchenbakterien einrichten, indem man auf einem kleinen Feldstück Lupinen nach Stallmist baut oder auch ohne Stallmist, dann aber 2 Jahre hintereinander auf derselben Stelle. Die Versuchsstation Nowosybkow erzielte mit den verschiedenen Impfmethoden der Lupinensamen nebenstehende Ergebnisse.

	Prozent der infizierten Pflanzen
Kontrollparzelle (ungeimpft)	28
Impferde aufs Feld gestreut	32
Samen in Erde gewälzt	51
Erde in die Drillreihen eingedrillt	51
Impfung mit zerriebenen Knöllchen . . .	49
Lupinen in Mistdüngung (90 dz/ha) . . .	47
„ „ „ (180 dz/ha) . .	56

Man kann auch folgende Methode anwenden: Im Jahr vor dem Anbau der Lupine etwas (etwa 8 kg/ha) Lupinensamen in Buchweizen, Hafer oder sogar Kartoffeln vor der letzten Behäufelung einsäen[3].

[1] Westeur. Erg. Siehe ebenfalls bei ALEXEJEW.

[2] Siehe die allgemeinen Grundsätze über Kalkung in den Ber. d. Laborat. von Prof. P. S. KOSSOWITSCH und in unseren Berichten über Vegetationsversuche.

[3] Näheres über Impfmethoden siehe bei ALEXEJEW: Lupinen, Serradella und die mineralischen Düngemittel. 1922.

Die Lupine darf nicht so früh *bestellt* werden wie z. B. Hafer oder Erbsen. Man muß abwarten, bis die Morgenfröste vorbei sind, welche die jungen Triebe vernichten; empfindlich sind die saftigen Keimlappen, die bei der Keimung an die Erdoberfläche treten. Andererseits soll man aber die Bestellzeit nicht über diese notwendige Zeit hinausschieben[1], falls man die Lupine zur Samengewinnung anbaut, weil man ihr dann die nötige Entwicklungszeit sicherstellen muß. Manchmal wird abschnittsweise gesät, um den Erfolg wenigstens auf einem Teil des Schlages sicherzustellen. Beim Anbau zu Grünfutter oder Gründüngung kann man oft auch später säen. Die Lupinensamen müssen eher auf Keimfähigkeit untersucht werden als die Samen der anderen Leguminosen, weil sie bei der Ernte schwer trocknen, leicht schimmeln und bei der Aufbewahrung verhältnismäßig schnell die Keimfähigkeit verlieren.

Außerdem wird bei den Lupinen oft beobachtet, daß die Laboratoriumsangaben über die Keimfähigkeit mit den Feldergebnissen nicht übereinstimmen. Je nach der Umgebung, in der der Versuch stattfindet, wechselt auch die Möglichkeit des Befalles mit Mikroorganismen (Pektinvergärer). Manchmal ist die Keimfähigkeit auf dem Felde besser als bei der Keimprüfung[2].

Die *Aussaatmenge* schwankt bei der blauen Lupine beim Anbau zur Samengewinnung zwischen 1,5 und 1,8 dz/ha bei Breitsaat und zwischen 90 und 135 kg bei Drillsaat. Die Samen der gelben Lupine sind kleiner; man braucht deswegen etwas weniger Saatgut. Zur Gründüngung muß nach Fruwirth die Aussaatmenge $1^1/_2$mal so groß sein (nach Alexejew 180—225 kg für die blaue, 135—180 kg für die gelbe Lupine). Einige Autoren sind übrigens der Meinung, daß man bei der Lupine den gewöhnlichen Unterschied in der Aussaatmenge bei diesen zwei verschiedenen Anbauzwecken nicht zu beachten braucht, da für die Lupine sogar beim Anbau zur Samengewinnung ein genügend dichter Stand wichtig ist, weil sie sich sonst verzweigt und dabei sehr ungleichmäßig reift (Blomeyer). Nach Budrin braucht man bei Drillsaat zur Samengewinnung 120—180 kg.

Beim *Unterbringen* der Lupinensamen muß man mit dem Umstand rechnen, daß die Lupine, zum Unterschied z. B. von der Erbse, die Keimlappen an die Oberfläche bringt, wo diese grün werden und etwas wachsen. Deswegen haben es die Lupinentriebe schwerer, durch eine starke Bodenschicht oder durch eine Kruste zu brechen. Sie müssen deshalb flach untergebracht werden: 2,5—3 cm sind erwünscht. 4 cm sollte man nicht überschreiten. Am besten laufen die gedrillten Saaten auf. Wird Breitsaat angewandt, so empfiehlt es sich, das frisch bestellte Feld durch Eggen zuzudecken. Mit dem Unterpflügen der Samen muß man vorsichtig sein.

Die Lupinensamen keimen recht ungleichmäßig; zuerst geht die Entwicklung der Pflanze langsam vonstatten, solange sich das Wurzelsystem noch nicht genügend entwickelt hat. Deswegen sind Unkräuter (besonders schnell wachsende, wie z. B. Hederich) unangenehme Konkurrenten der Lupinen. Bei Reihensaat ist natürlich ein Hacken möglich, was auf den Samenertrag sehr günstig einwirkt (Budrin). Das Eggen der jungen Pflanzen ist bei Breitsaat gefährlicher als bei der Erbse; es würde die Saat wegen der Brüchigkeit der Keimpflanzen und der oberirdischen Keimlappen vernichten. Der Hederich ist nur durch Abmähen, falls er bedeutend größer ist als die Lupine oder durch Handjäten, falls die wirtschaftlichen Verhältnisse dies erlauben, zu bekämpfen. Manchmal beobachtet man bei Wiederanbau der Lupine auf demselben Schlag eine starke Entwicklung der Quecke. Die Bekämpfung der Quecke aber, wie die des Unkrautes überhaupt,

[1] Näheres siehe bei Alexejew.
[2] Siehe Hiltner: Arb. biol. Reichsanst. Land- u. Forstw. 3.

muß rechtzeitig bei der Bodenbearbeitung geschehen. Verunkrauten die Lupinen stark, so werden sie einfach früher zur Gründüngung untergepflügt.

Bei der *Ernte* der Samenlupinen muß man mit dreierlei Schwierigkeiten rechnen: der Ungleichmäßigkeit der Reife, der Neigung zum Aufplatzen der Hülsen und Ausfallen der Samen und dem Befall der reifen Samen mit Schimmelpilzen, falls die Samen nicht schnell getrocknet werden.

Der Beginn der *Reife* zeigt sich am Trockenwerden und Abfallen der obersten Blätter und am Braunwerden der obersten Hülsen des Hauptstengels. Die Nebenachsen aber reifen sehr viel später. Unter ungünstigen Umständen dehnt sich diese Periode sogar über mehrere Wochen aus (Fruwirth). Indessen neigen die völlig ausgereiften Hülsen dazu, geräuschvoll aufzuplatzen, dabei drehen sich beide Hülsenhälften mit großer Kraft spiralförmig zusammen und schleudern den Samen manchmal auf bedeutende Entfernung heraus. Besonders stark tritt dies in Erscheinung, wenn vom Regen oder Tau nasse Lupinen rasch von der Sonne erwärmt werden. Infolgedessen sind Verluste bei der Ernte unvermeidlich; man kann sich nur bemühen, sie zu verringern; nach Blomeyer muß man die Ernteumstände als günstig bezeichnen, wenn die Verluste 25 % nicht übersteigen. Die blaue Lupine fällt etwas weniger aus als die gelbe. Die Lupinen werden gemäht oder gerauft; letzteres verringert die Menge der Wurzelreste und kann auf den Ertrag der Nachfrucht ungünstig einwirken. Darauf werden die Pflanzen in kleine kegelförmige Haufen zusammengesetzt, in denen sie gut trocknen, ohne so viel Körner zu verlieren wie im Schwad oder in über das ganze Feld verstreuten Gelegen. „Trotzdem will es auch bei Anwendung der besprochenen Methode nicht gelingen, größeren Samenausfall zu vermeiden, so daß, falls der Herbst feucht und es gelungen ist, das Feld sofort nach der Lupinenernte umzupflügen, in diesem Falle ein dichtes Auflaufen der ausgefallenen Samen beobachtet wird" (Budrin). Beim Transport der Lupinen werden die Wagen mit grober Leinewand (Planen) ausgelegt; auch sucht man beim Auf- und Abladen unnütze Erschütterungen zu vermeiden. Bei gutem Wetter empfiehlt es sich, an Ort und Stelle, auf dem Felde zu dreschen; nach Budrin kann man auf diese Weise 10—20 % Samen mehr gewinnen als beim Transport zum Wirtschaftshof.

Infolge der Schwierigkeiten der Ernte und Trocknung der Lupine wurden viele Methoden vorgeschlagen, um Verluste und Verderben des Kornes zu vermeiden. Kurz seien hier die Erntemethoden von Hugo Werner und Kühn erwähnt. Ersterer empfiehlt, die abgemähten und welken Lupinen in Haufen von einer Breite und Höhe von 2—2,2 m und einer Länge von 5—6 m zusammenzusetzen, wobei diese Haufen auf Strohunterlagen liegen und auch mit Stroh durchschichtet werden; z. B. auf eine 40 cm starke Schicht Lupinen 5—7 cm Stroh. Der nach oben sich zuspitzende Haufen erhält ein Strohdach. So werden die Lupinen zu Ende getrocknet und bis zum Dreschen aufbewahrt.

Nach Kühn ist es am besten, die gemähten Lupinen sofort in kleine Garben zu binden (etwa 20 cm im Durchmesser) und sie in Hocken zusammenzustellen — zuerst aus 9 Garben, von denen die mittlere senkrecht steht und die anderen schräg daran gelehnt sind, um Luftzutritt nach dem Innern und größere Standfestigkeit zu schaffen. Daraufhin werden an der Peripherie neue Garben hinzugesetzt; die äußerste am stärksten geneigte Schicht wird aus 3 „Garbenkränzen" gebildet; der unterste stützt sich mit dem Stoppelende auf den Boden; der zweite bedeckt mit dem Stoppelende die Hülsen der ersten Schicht; der dritte bedeckt auf dieselbe Weise die zweite Schicht. Oben wird dieses ganze Kegelgebilde mit Stroh überdacht.

Interessante Versuche, die Reife der Lupine zu beschleunigen, wurden von der Versuchsstation Nowosybkow im Stadium der „glänzenden Böhnchen" durchgeführt, d. h. als die Samen bereits die für sie charakteristische Färbung zeigten. Ein Teil wurde mit einer Holzwalze angewalzt; auf einem anderen Feld wurden die nichtfruchttragenden Zweige (und ein Teil der Blätter) entfernt,

auf einem dritten wurden die Lupinenstengel geknickt, auf einem vierten wurden die Lupinen abgemäht und zum Ausreifen im Schwad liegengelassen.

Das Endergebnis (für gleich große Parzellen) war folgendes:

	Zahl der reifen Hülsen	Zahl der unreifen Hülsen	Prozent der reifen Hülsen von der Gesamtzahl
Kontrollparzelle	439	561	44
Gewalzt	454	229	66
„Gelichtet"	642	144	82
Geknickte Stengel . . .	721	133	84
Gemäht	920	19	98

Die schnellste und regelmäßigste Reife wurde also bei der gemähten Lupine beobachtet. Dieses Verfahren ist für die nördlichen Grenzen des Samenlupinenbaues interessant, besonders bei großen Anbauflächen und bei Mangel an Arbeitskräften[1].

In trockenem Klima oder wenn man die Möglichkeit hat, die Lupine gut durchzutrocknen, wird sie im Herbst gedroschen; andernfalls wird sie unausgedroschen in Scheunen bis zum Frühjahr aufbewahrt. Nach dem Dreschen müssen die Samen in nicht zu dicker Schicht ausgebreitet und getrocknet werden. Die *Samenernte* der Lupinen schwankt gewöhnlich zwischen 9 und 13,5 dz/ha. Auf Sandböden kann sie auf 15—18 dz steigen; auf den besten Böden erreicht sie sogar 27 dz.

Die Lupinensamen haben bei ihrem außergewöhnlich hohen Eiweißgehalt einen bitteren Geschmack infolge des Gehaltes an Alkaloiden (Lupinin, Lupinidin u. a. m.). Der Gehalt wird für die gelbe Lupine mit 0,8% und für die blaue mit 0,25% angegeben. Sollen die Samen verfüttert werden, so werden sie zuerst *entbittert*, z. B. auf folgende Art (Methode nach KELLNER und Abweichungen). Die Samen werden langsam in kochendes Wasser geschüttet, und zwar so langsam, daß das Kochen nicht aufhört. Gekocht wird $1^1/_2$—2 Stunden; darauf läßt man das Wasser ab. Die Samen werden jetzt in kaltem Wasser so lange gespült, bis der bittere Geschmack fort ist, was 2 × 24 Stunden dauern kann. WINKEL hat eine ähnliche Methode ausgearbeitet: Während der Nacht werden die Samen in heißes Wasser gelegt. Am Morgen wird das Wasser gewechselt und durch Einlassen von Dampf bis zum Kochen erwärmt. Im Laufe des Tages wird dann das Wasser etwa viermal gewechselt bis zur Entbitterung, was durch den Geschmack festgestellt wird. Die Entbitterung ist in verschiedenem Grade erforderlich; Schweine verlangen eine vollständigere Entbitterung als Pferde. Außerdem gibt es eine Reihe von Verfahren bei Anwendung von Säuren, Laugen und Salzen in verschiedenen Kombinationen unter Dämpfen und Kochen; aber infolge ihrer Kompliziertheit finden sie nur geringe Anwendung.

Die entbitterten Samen können entweder sofort in der Wirtschaft verfüttert werden oder sie werden in Fabriken getrocknet. In den Futtermischungen für Pferde und Rindvieh werden die getrockneten Samen in einer Menge von 3 kg auf 1000 kg Lebendgewicht gegeben. Bei der Schweinemast werden sie in größeren Mengen verfüttert. In Deutschland gibt es Wirtschaften, welche Schweine mit einem Gemenge von Kartoffeln und entbitterten Lupinen mästen.

Verschimmelte Lupinensamen können als Stickstoffdünger genutzt werden. Es sind auch Fälle bekannt, wo mit unverdorbenem Samen gedüngt wurde. Wenn vor dem Kriege 1 dz Lupinen 5,30—6,60 M. kostete, 1 dz Salpeter aber

[1] Näheres siehe bei ALEXEJEW: Lupinen, Serradella usw. 1922.

26 M., so war der Lupinenstickstoff, der in den Körnern zu 6% enthalten ist, billiger als der Salpeterstickstoff. Immerhin ist dies eine Ausnahme, weil es auch unter solchen Umständen besser ist, die entbitterten Lupinen zu verfüttern. Außerdem muß man bei uns wegen des voraussichtlichen Anwachsens des Lupinenbaues mit großer Nachfrage nach Lupinensaatgut rechnen.

Dabei ist anzunehmen, daß bei uns der *Anbau der Samenlupinen* geographisch nicht ganz mit dem stärksten Anbau der Gründüngungslupine übereinstimmen wird. So kann man annehmen, daß die sandigen und lehmigen Sandböden der Gouvernements Woronesch, Tambow, Simbirsk und der Nachbargebiete eben mit Hilfe des Samenlupinenbaues verbessert werden können, weil der Anbau von Gründüngungslupinen dort auf Schwierigkeiten stoßen kann, entweder infolge Trockenheit, falls sie vor der Winterung in Brache gesät werden, oder eines zu kurzen Herbstes; dies macht den Anbau der Lupine als Stoppelfrucht unmöglich. Jedoch sind die Bedingungen für Reife und Ernte der Samen dort ausgezeichnet. Für diese ist weiter nach Norden, wo der Anbau zur Gründüngung möglich ist, Nachfrage zu erwarten. Die Wirkung der Wurzelreste der Lupinen (und des gesteigerten Stickstoffgehaltes im Stallmist infolge der Verwendung des Lupinenstrohes zur Einstreu) auf die nächstfolgende Frucht (z. B. Kartoffeln) ist genügend gesichert.

Lupinen im Gemenge. Der Gemengeanbau von Getreide mit Hülsenfrüchten im allgemeinen und mit Lupinen im besonderen zählt nicht wenig Verfechter. Hierbei wird die gegenüber der Reinsaat bessere Entwicklung des im Gemenge mit Erbsen oder Lupinen gesäten Hafers dadurch erklärt, daß der von den Leguminosen gebundene Stickstoff zum Teil schon im Aussaatjahre von dem Getreide ausgenutzt wird[1].

Unabhängig davon, wie es sich mit der N-Ernährung in Gemengen verhält, ist es unzweifelhaft, daß die Lupinen und zum Teil auch die Erbsen bezüglich der mineralischen Nährstoffe den im Gemenge mit ihnen wachsenden Gramineen nützlich sein können. Indem die Lupine weitgehend dazu befähigt ist, Phosphate aufzulösen, assimiliert sie nicht nur selbst Phosphorsäure aus schwerlöslichen Phosphaten, sondern sie reichert auch die Bodenlösung mit dieser an; infolgedessen wird die Ernährung des Hafers mit Phosphorsäure verbessert.

In der Praxis wird am häufigsten Gemengesaat von Lupinen und Hafer ausgeführt, um auf Sandböden bessere Haferernten zu erzielen, da der Hafer in Reinsaat dort vielfach mißlingt. In diesem Fall werden je Hektar 100 kg Hafer und 50—60 kg Lupinen ausgesät. Außerdem sät man in Ostdeutschland vielfach in Lupinengemenge Sommerroggen ein. Dieser wird dort auf lockeren Böden dem Winterroggen vorgezogen. Auf Flugsandböden geht der Winterroggen bisweilen infolge Freilegung der Wurzeln zugrunde. In Kleinbetrieben trifft man meistens den gemischten Anbau von Kartoffeln und Lupinen, welche dann spät nach Beendigung des Behäufelns gesät werden und zwischen den Kartoffelreihen stehen[1].

Jetzt wollen wir etwas näher bei der Betrachtung der *Gründüngungslupine* verweilen, die sich in den sandigen Gebieten des Gouvernements Tschernigow und in den Gouvernements Kijew und Weißrußland bereits bedeutend entwickelt hat, die aber noch eine große Rolle in der Verbesserung der Sandböden in den Gouvernements Brjansk, Moskau, Rjasan, Wladimir u. a. m. wird spielen müssen.

Ist vom Anbau der Lupinen zur Gründüngung die Rede, so sind 2 Hauptfälle möglich: 1. *die Lupine wird in der Brache* angebaut, wobei die blühende (noch

[1] Siehe Dr. Sobotta: Die Lupine als Mischfrucht. Landw. Ztg 1927, Nr 25.

besser die bereits abgeblühte) Masse zur Winterung untergepflügt wird. Diese Methode eignet sich für Gegenden mit extensiven Wirtschaften, wo die Brache noch erhalten blieb wie bei uns und wo die klimatischen Verhältnisse den Anbau einer Stoppelfrucht oft unmöglich machen; 2. der Anbau der Lupine als *Stoppelfrucht*, wie es in Deutschland üblich ist, wo es kaum Brache gibt und wo ein milder Herbst gestattet, im September eine genügende Lupinenmenge zu ernten, die im Juli gesät wurde. Bei uns ist der Stoppelfruchtbau im Südwesten und Westen der Gouvernements Kijew, Tschernigow und Minsk möglich und in Entwicklung, wo der Wunsch nach besetzten Brachen (Kartoffeln usw.) dazu anspornt, aber es das Klima nicht erlaubt, die Lupinen vor Roggen zu säen, sondern wo dies nur nach Roggen möglich ist; 3. eine gewagte Methode ist die Einsaat der Lupinen in blühenden Roggen, ohne die Samen unterzubringen; dies ist nur in feuchtem Klima und bei erhöhter Aussaatmenge möglich.

Als Beispiele für *Lupinenfruchtfolgen* können folgende dienen: 1. Lupinen — Roggen — Kartoffeln: 2. Lupinen — Roggen — Kartoffeln — Hafer (oder Buchweizen). Bei Stoppelfruchtbau sind im Westen intensive Formen der Dreifelderwirtschaft (Kartoffeln — Sommerung — Roggen mit Stoppellupinen) und der Zweifelderwirtschaft (Kartoffeln — Roggen mit Stoppellupinen) möglich. Beide Formen kommen in Deutschland vor. Die Zweifelderwirtschaft mit 3 Früchten (Roggen und Lupinen — Kartoffeln) wurde mit glänzendem Erfolg von Prof. Budrin in Nowaja-Alexandrija im Laufe von 20 Jahren ausprobiert.

Beim Anbau zur Gründüngung in der Brache beeilt man sich mit der Einsaat nicht; für Nowosybkow gilt die zweite Maihälfte als die beste Einsaatzeit. Beim Anbau als Stoppelfrucht wird sofort nach der Roggenernte gepflügt und gesät.

Zum Unterpflügen empfiehlt es sich, nicht nur die Blüte abzuwarten sondern auch den Zeitpunkt, wo sich die Hülsen zu bilden beginnen; immerhin dürfen die Pflanzen nicht zu grob werden. Außerdem muß man den Zeitpunkt der Einsaat der Winterung berücksichtigen. Die Zeit zwischen dem Unterpflügen und der neuen Einsaat auf leichten Böden soll möglichst 14 Tage betragen (auf bindigeren Böden 3—4 Wochen). Ist die Lupine aber nicht genügend entwickelt, so ist man gezwungen, davon abzusehen und das Unterpflügen (auf leichten Böden) bis auf 3—4 Tage vor der Saat aufzuschieben. In diesem Falle empfiehlt es sich, den Boden unmittelbar nach dem Unterpflügen der Lupinen zu walzen.

Eine solche Annäherung des Unterpflügens der Lupine an die Saatzeit des Roggens ist aber nur dann möglich, wenn der Boden genügend Feuchtigkeit enthält und die Lupine während der Blüte und nicht in späteren Entwicklungsstadien untergepflügt wird.

Beim Unterpflügen der Lupine im Herbst zur Sommerung richtet man sich in der Ausführung dieser Arbeit auch nach dem Eintreten der Fröste. Bei uns ist dieser Fall in zwei völlig entgegengesetzten Gebieten möglich: im Südwesten, wo die Lupine als Stoppelfrucht gebaut werden kann, und in Sibirien, wo der Sommerung oft eine Brache vorangeht, die mit Lupinen bestellt werden kann. In letzterem Falle hat man große Freiheit in der Auswahl der Zeit zum Unterpflügen.

Um die Lupinen besser unterzubringen, werden sie vor dem Unterpflügen entweder gemäht oder, was noch besser ist, angewalzt; dabei läßt man die Walze in der Richtung der späteren Pflugarbeit arbeiten, damit sich die Lupinen in der Pflugrichtung und nicht anders lagern.

In Deutschland wird die Arbeit des Anwalzens oft mit dem Unterpflügen vereinigt, indem man am vorderen Ende des Pflugrahmens entweder eine kleine rotierende Walze von Furchenbreite oder Reisig oder ein Stück Holz oder endlich eine Kette anbringt, die an der Erde schleift und die Lupinen in der Richtung der Pflugarbeit anlegt.

Eine Zeitlang wurde die Frage aufgeworfen, in welchem Zustand man die Lupinen unterpflügen soll. Über diese Frage äußerte sich seinerzeit KOSTYTSCHEW folgendermaßen: Es ist wichtig, die Pflanzen in frischem, lebendem Zustand unterzupflügen, wobei man ihnen nur das Licht durch möglichst vollständiges, aber nicht tiefes Zudecken entzieht. Jede lebende Pflanzenmasse, der das Licht entzogen wird, zeigt einen lebhaften Zerfall des Eiweiß in Amidoverbindungen (bei der Keimung der Samen usw.), und dieser Prozeß ist günstig, weil die Amidoverbindungen dem Endprodukt der Zersetzung (Ammoniak) schon näherstehen als das Eiweiß selbst. Infolgedessen wird auf diese Weise die Umwandlung des Stickstoffs der Gründüngung in eine für die nächstfolgende Pflanze aufnehmbare Form beschleunigt. Pflügen wir aber tote (eingetrocknete) Pflanzen unter, so müssen sich auf ihnen erst Bakterien bilden, um das Eiweiß in Amidoverbindungen umzuwandeln und dann die Umsetzung auch weiterzuführen. Dies erfordert aber mehr Zeit. Diese interessante Ansicht ist früher durch einen Versuch nicht kontrolliert worden. Der auf Vorschlag des Verfassers angelegte Versuch aber zeigte keinen wesentlichen Unterschied zwischen der in frischem und in getrocknetem Zustand untergepflügten Gründüngung[1].

Die *Wirkung der Lupinendüngung* kann natürlich recht verschieden sein. Je stickstoffärmer der Boden ist, je besser sich die Lupine bis zur Zeit des Unterpflügens entwickelt hat, desto stärker ist die Wirkung. Bei genügender Massenentwicklung ist die Wirkung der Lupine so groß wie diejenige des Stallmistes mit dem Vorzug, daß bei ihr die Arbeit des Transportes großer Düngermengen fortfällt, denn sie wächst auf demselben Felde, das gedüngt werden soll.

Auf armen Sandböden verdoppelt die Lupine die Roggenerträge und erscheint deswegen als mächtiger Faktor in der Frage der Hebung der Ertragsfähigkeit solcher Böden. Bei guter Entwicklung bereichert die Lupinengründüngung den Boden um 90—180 kg N je Hektar; 180 kg N ist aber ungefähr diejenige Menge, die wir durch 360 dz Stallmist je Hektar geben. Sogar bei einem Anbau der Lupine zur Samengewinnung wirkt diese Pflanze günstig auf die Nachfrucht und eine systematische Anwendung der Lupine kann den Charakter des Bodens völlig verändern. Aus diesem Grunde konnte auch SCHULTZ-LUPITZ, der zuerst Lupinen statt Stallmist mit Phosphorsäure- und Kainitgaben anwendete, im Laufe der Jahre den armen Sandboden seiner Wirtschaft so verbessern, daß er, nachdem er die Roggen- und Kartoffelerträge wesentlich gesteigert hatte, wagte, auf den besseren Schlägen sogar zum Weizenanbau überzugehen. Wir persönlich konnten uns bei einem Besuch seiner Wirtschaft im Jahre 1892 davon überzeugen, daß sein Versuch nicht erfolglos war. Der gute Stand der Pflanzen stand lehrreich im Gegensatz zu dem Sand der Wege, die durch diese Felder führten.

Bei uns nahm als erster Prof. BUDRIN die Versuche mit der Lupine auf dem Versuchsfeld in Nowaja-Alexandrija (1881—1905) auf, danach der Kijewer Prof. BOGDANOW (1888—1915), der eine Versuchswirtschaft auf den Sandböden des Kreises Radomysl errichtete und nach einer Reihe von Mißerfolgen mit der Lupine gute Ergebnisse auf großen Flächen erzielte[2]. Seit 1903 tauchten die ersten Lupinensaaten bei den Bauern des Gouvernements Tschernigow auf. Im Jahre 1908 begann die Arbeit der Kreisagronomie des Gouvernements Tschernigow mit der Lupinenpropaganda. In den Jahren 1910—1913 richteten die Bezirksämter des genannten Gouvernements vergleichende Sammelversuche mit Lupinen auf bäuerlichen Feldern ein, welche durch die Propaganda der Agronomen ergänzt wurden. Es folgen einige Beispiele aus den Berichten über diese Versuche[3].

---

[1] Siehe die Arbeit von JAKOWLEW: Nachr. d. landw. Inst. 1901.

[2] Siehe Literaturangaben für diese Periode im Buch von E. A. ALEXEJEW: Die Gründüngung. Moskau 1927.

[3] KULSHINSKY: Bericht über Kollektivversuche. 1914.

	Roggenerträge		
	Ohne Düngung dz	Nach Lupinendüngung dz	Nach Lupinen mehr um dz
Im Kreis Gorodnjä auf lehmigem Sand . . .	3,75	12,1	8,35
Im Kreise Neschin auf lehmigem Sand . . .	9,60	19,9	10,30
Im Kreise Krolewez auf Sandboden	6,00	12,7	6,70
Nowgorod. Sewersky auf sandigem Lehm . .	3,00	7,0	4,00
Krolewez auf leichtem sandigen Lehm . . .	9,00	20,5	11,50
Oster auf Sandboden	4,35	9,4	5,15
Oster auf leichtem sandigen Lehm	6,30	22,3	16,00
Gluchowo auf Sandboden	6,00	18,0	12,00
Sosnizk auf lehmigem Sand	9,00	14,5	5,50
Tschernigow auf Sandboden	5,70	10,3	4,60
Suraschsk auf sandigem Lehm	3,75	6,6	2,85

Auf diese Weise kann die Lupine *die Roggenerträge der Bauernwirtschaften verdoppeln*, sogar ohne mineralische Düngemittel. Für die Kartoffel sei ein Beispiel der Station Nowosybkow angeführt:

	Ohne Düngung	180 dz	360 dz	540 dz	Lupinen (Rohmasse)
Ertrag .	40,2 dz	88,5 dz	113,5 dz	149,2 dz	

„Die Lupine ist der Segen der Sandböden", sagt man in Deutschland schon seit langem. Jetzt beginnt es auch die Bevölkerung unserer westlichen Gouvernements zu begreifen.

Welches ist aber das *Anwendungsgebiet der Lupinengründüngung*? Es ist von zwei Linien begrenzt: im Süden durch *die Grenze der Schwarzerde*, weil die Schwarzerdeböden nicht so stickstoffbedürftig sind; der Wasserverbrauch durch die Lupine wirkt auf ihnen nachteilig, wenn Lupinen in der Brache angebaut werden; im Norden durch *die Grenze der Samenreife der Lupine*, weil man auf käuflichem Saatgut keine ausgedehnte Gründüngung aufbauen kann. Diese beiden Linien verlaufen nicht parallel, sie nähern sich immer mehr, je weiter man nach Osten kommt. Auf diese Weise ist die erfolgreiche Lupinenanwendung innerhalb eines riesigen Dreiecks sichergestellt, dessen eine Seite unsere Westgrenze vom Gouvernement Witebsk bis Wolhynien ist, die andere verläuft, nach Nordost ansteigend, vom Gouvernement Kijew über die Gouvernements Tschernigow, Orel und Rjasan. Die dritte verläuft mehr oder weniger längs des 55. Breitengrades vom Gouvernement Smolensk durch den Süden der Gouvernements Moskau und Wladimir. Die Spitze dieses vom Westen eindringenden Keiles liegt wahrscheinlich irgendwo im Gouvernement Nichnij-Nowgorod, wo die Grenze der Samenreife der Lupine die nördliche Grenze der Schwarzerde schneidet. Aber auch südlich der letztgenannten Linie sind sämtliche „Sandbodenoasen" innerhalb des Schwarzerdegebietes ein dankbarer Boden für den Lupinenbau. Auf dem sandigen Landstreifen längs des Flusses Woronesh betrieb S. N. Gardenin schon vor 30 Jahren erfolgreich diese Kultur.

Dieses Bild der zonalen und interzonalen Gebiete des Lupinenbaues erhalten wir in der Hauptsache auf Grund der Angaben für Lupinus angustifolius, zum Teil luteus für südlichere Gegenden. Was kann man aber auf den Sandböden und überhaupt auf armen Böden nördlich der Reifegrenze von Lupinus angustifolius durchführen?

Unserer Ansicht nach muß die nördliche Hälfte Rußlands ihre Gründüngungspflanze in der *mehrjährigen Lupine* suchen, Lupinus polyphyllus, als der bisher einzigen Lupinenart, die im Norden leicht reife Samen liefert. Diese aus Nordamerika stammende Pflanze akklimatisiert sich im nördlichen Rußland leicht und

vermehrt sich, oft als Zierpflanze angesät, weiterhin durch Selbstaussaat. Als mehrjährige Pflanze verlangt sie aber etwas andere Maßnahmen zur Nutzung als Gründüngung wie die gewöhnlichen 1jährigen Lupinen.

Verfügt man über *genügend* Samen dieser Pflanze, so ist folgende Nutzungsmethode, die unter verschiedenen Verhältnissen erst erprobt werden muß, denkbar: Einsaat in Hafer, als Vorfrucht einer Brache (die Samen von Lupinus polyphyllus sind klein) und Unterpflügen während der Blüte Mitte Juni des nächsten Jahres; diese Lupine blüht viel früher als die einjährigen Formen.

Solange man diese Möglichkeit aber noch nicht hat, kann man die Anlage eines Lupinenschlages (für 8—10 Jahre) auf einem besonderen Schlag außerhalb der Fruchtfolge empfehlen[1] und dort die Lupine zweimal im Sommer mähen, den ersten Schnitt auf die Brache fahren und dort zu Roggen unterpflügen, den zweiten aber bei der Bearbeitung der Roggenstoppel zur Sommerung unterpflügen (besonders zu Kartoffeln). Der Boden des Lupinenschlages wird im Laufe mehrerer Jahre durch die Lupinenwurzeln grundlegend verbessert.

Im Westen wird diese Lupine zur Befestigung und Ausnutzung der Eisenbahndämme, als Lupinen„ruheschlag" zur Verbesserung der armen Böden vor dem Aufforsten, zum Antreiben des Wachstums der Kiefern (durch Anbau zwischen den Reihen) und ebenfalls zur Wiederherstellung der Fruchtbarkeit alter Gärten verwendet (Fruwirth).

Es wurde ein interessanter Versuch mit dieser Lupine in der Wirtschaft von Dopplmeyer im Gouvernement Petersburg durchgeführt, wo die Lupine 2 Schnitte im Jahre zu je 45 dz Heu brachte. Dieses Heu wurde an das Milchvieh verfüttert (6 kg je Kopf) nach vorherigem Eindämpfen und Ablassen des Dämpfwassers. Allerdings wurde der Lupine in diesem Falle Phosphorsäure und Kali gegeben[2]; aber dennoch handelt es sich hier um ausgelaugten armen Sand eines Heidekrautlandes.

Offensichtlich enthält diese Lupine *weniger Alkaloide* als die übrigen Arten und ihre Verfütterung ist in einem gewissen Umfange auch ohne Entbitterung möglich. So schreibt Fruwirth von einer Fütterung des Viehes und des Wildes mit dieser Lupine; Damseaux sagt, daß diese Lupine die allerbeste Weide für das Wild abgibt. Es ist möglich, daß es gelingt, diese Lupine an Schafe ohne Entbitterung zu verfüttern (die Erkrankungsfälle an Lupinose betreffen die gelben Lupinen), wozu natürlich Versuche angestellt werden müssen.

Jedenfalls haben wir in der ausdauernden Lupine ein dankbares Material für die Arbeiten der Versuchsstationen und für die nachfolgenden Prüfungen in

[1] Dies kann man durch Untersaat erreichen; ohne Deckfrucht durch Drillsaat mit Hackkultur. Dann kann die Einsaat auch nicht im Frühjahr, sondern z. B. im Juli erfolgen, wenn man das Feld zu irgendeiner Vorfrucht ausnutzen will. Als wesentlich ist zu bemerken, daß die mehrjährige Lupine nach dem Umpflügen nicht vollständig abstirbt, sondern nach einiger Zeit nachwächst, sofern nicht weitere Maßnahmen zu ihrer Unterdrückung getroffen werden. Hieraus ergibt sich das Bestreben, auf Sandböden, auf denen außer Roggen nichts gedeiht, zu versuchen, ob nicht ein kombinierter Anbau dieser Lupine mit Roggen möglich ist. Hierbei müßte das „nützliche Unkraut" gegenüber dem Roggen in angemessenem Grade zurückgehalten, aber nicht vernichtet werden. Man sollte z. B. folgenden Versuch machen: Nach Umpflügen und angemessener Schwächung der Lupine wird Roggen gesät, der im folgenden Jahre die nachwachsende Lupine unterdrückt. Nach der Ernte des Roggens wächst die Lupine im Herbst wieder nach und kräftigt sich. Im folgenden Jahre blüht sie, wird umgepflügt und wiederum Roggen gesät. Wenn dieses z. B. auf den Außenschlägen des sandigen Kreises Schenkursk gelingen würde, so wäre dies nicht nur eine billigere sondern auch eine sicherere Methode zur Verbesserung der Stickstoffbilanz dieser Sandböden als der Anbau der 1jährigen Lupine mit Hilfe zugekauften Saatgutes.

[2] Siehe den Aufsatz von Doppelmeyer: Landw. u. Forstw. 1917. — Ebenfalls Prjanischnikow: Lupine, Phosphorit und Asche in der stallmistlosen Wirtschaft des Nordens. Nachr. Landw. 1919; desgl. als Sonderdruck d. staatl. techn. Verlags. 1923.

den Wirtschaften. Man muß annehmen, daß diese Pflanze eben die gesuchte Lupinenform ist, die für Nordrußland noch fehlt, wo die ausgelaugten Böden stets so viel Stickstoff und organische Substanz verlangen und wo stets Stallmistmangel herrscht. Wenn aber ihr Futterwert sich nach züchterischer Bearbeitung als bedeutend herausstellt, so wird sie den Namen „Luzerne der armen Böden" verdienen.

Sie kann in Belgien 4 Schnitte im Sommer liefern. Wenn in Jamburg 2 Schnitte anfallen, so muß man im Süden des Gouvernements Tschernigow und im Norden des Gouvernements Kijew 3 Schnitte erwarten. Es ist selbstverständlich, daß das Interesse für diese Futterlupine nur dann erwacht, wenn auf den betreffenden Böden kein Klee gedeiht. Aber Gründüngung in der Brache ist auch bei Vorhandensein von Klee in der Fruchtfolge nicht überflüssig.

Vorläufig ist aber eine Bearbeitung durch die Zuchtstationen notwendig, um die Pflanze zu erforschen und eine Methode zu finden, wie man Saatgut gewinnt, weil uns auch das Ausland nicht mit größeren Saatgutmengen beliefern kann, weil dort die einjährigen Formen vorherrschen.

Als billige Samenquelle der mehrjährigen Lupine kann ihr Zwischenanbau beim Aufforsten von Ödländereien dienen. In Deutschland ist diese Lupine vor allem für Förster von Interesse. Z. B. berichtet Prof. Gerhardt folgendes über den Anbau der mehrjährigen Lupine in großem Umfange in einer der Waldwirtschaften, und zwar in Hohenhaus (750 ha): Der durch Verwitterung des Buntsandsteins, in einem anderen Teil des Reviers Muschelkalk, entstandene Boden war stellenweise stark mit Heidekraut bewachsen. Unter diesen Verhältnissen wurden vor etwa 20 Jahren Aufforstungsversuche in großem Maßstabe mit Hilfe eines Zwischenreihenanbaues der mehrjährigen Lupine gemacht. Teilweise wurde vorbereitend Weißerle angepflanzt. Die günstigen Ergebnisse dieser Versuche sowohl auf Sand- als auch auf Kalkböden sind heute so offensichtlich, daß sie einen jeden Waldwirt mit dem Wunsch beseelen müssen, die günstige Wirkung der Lupine auszunutzen. Bereits 2 Jahre nach dem Aufforsten bei gleichzeitigem Lupinenanbau haben die Kiefern dunkelgrüne Nadeln und zeigen gutes Wachstum. Im Alter von 30 Jahren kann man noch deutlicher die wunderbar gute und schnelle Entwicklung beobachten. Die Lupine bleibt zwischen den Kiefern so lange stehen, bis der Lichtmangel ihrer Entwicklung ein Ende bereitet. Aber bis zu dieser Zeit hat sie ihre Aufgabe schon erledigt. Im Hohenhausener Wald wurde die Lupine zum „wohltätigen Unkraut" — beim Platzen der Hülsen werden die Samen bis auf 1 m weit geschleudert[1]. Wind, Wasser, vielleicht auch Vögel verbreiten ihre Samen, sie gewinnt immer mehr an Ausdehnung und verbessert offensichtlich die Wachstumsbedingungen des Waldes. „Auf den trockenen Südabhängen mit Buntsandsteinuntergrund, die mit einzelstehenden Kiefern besetzt sind, verändert sich der Boden unter der Einwirkung der Lupine nach wenigen Jahren vollständig. Heidekraut und Heidelbeere verschwinden, die Lebensbedingungen des Waldes, soweit man nach der Lockerheit und Feuchtigkeit der oberen Bodenschicht schließen kann, verbessern sich wesentlich. Dieser Eindruck wird noch verstärkt, wenn man die 25—30jährigen Kiefern betrachtet, die mit Lupinenuntersaat aufgewachsen sind und die zur I. Klasse gehören, gegenüber den alten Kiefern III. und IV. Klasse."

Abschließend gibt Prof. Gerhardt folgende Zusammenfassung der positiven Wirkung der Lupine auf das Leben des Waldes:

a) Der Boden wird reicher an Stickstoff und Kohlensäure auf Kosten der sich zersetzenden Wurzelmasse der Lupinen bei ihrem Absterben sowie durch die Wurzelatmung der Lupinenwurzeln während ihres Wachstums. Der Boden wird durch diese Wurzeln, die eine Dicke von 3 cm erreichen und in 120 cm Tiefe dringen, aufgelockert. Infolgedessen vergrößern sich Porosität und Wasserkapazität des Bodens. Auf steilen Hängen wird der Boden durch die Lupinenwurzeln gefestigt und vor dem Wegschwemmen durch Wasser und vor dem Absterben bewahrt.

b) Der Zuwachs des Baumbestandes nimmt so zu, daß der Umtrieb um mindestens 10 Jahre verkürzt werden kann. Die Gefahr der Waldbrände und ebenso der Insektenschäden vermindert sich[2]. Man erreicht eine tiefere Bewurzelung der Bäume, deren Wurzeln den von den Lupinenwurzeln hinterlassenen Röhren folgen. Infolgedessen vermindert sich die Gefahr der Windbrüche.

---

[1] Gerhardt: Ill. Landw. Ztg **1927**, Nr. 24; Lupinensondernummer.

[2] K. W. Woit beobachtete im Gouvernement Kasan, daß die Einsaat von Lupinen in Baumschulen ein Kampfmittel gegen die Engerlinge war.

c) Die Lupinendickungen bieten einen vorzüglichen Wildschutz. In ihnen brüten die Rebhühner, Fasane usw.[1].

d) Der Verkauf der Lupinensamen ist ebenfalls ein Mittel zur Steigerung der Einnahmen aus der betreffenden Forst. Die Samen dieser Lupine kosten in Deutschland 130 RM. je Zentner.

Literatur.

Neben den entsprechenden Kapiteln in den allgemeinen Handbüchern für speziellen Pflanzenbau (z. B. Budrin, Blomeyer):

Alexejew: Die Lupinendüngung als Grundlage der Sandbodenwirtschaft. Nowo-Sybkow 1920. 1920.
— Lupine, Serradella und mineralische Düngung. Nowo-Sybkow 1922.
— Die Gründüngung. Moskau 1927.
Barulina: Die Linse. Angew. Bot. **1926**.
Bogdanow: Kultur der Sandböden. Kijew 1915.
Budrin: Wie soll man einen Betrieb auf Sandboden leiten? 1926.
— Samenleguminosen. 1920.
Dekaprelewitsch: Die in Georgien angebauten Fisolesorten. 1925.
— Beiträge zur Erforschung der Samenleguminosen Georgiens. Tiflis 1926.
Chorwath: Die Sojabohne als Futter- und Speisepflanze. Charbin 1927.
— The Soybean as Human Food. Peking 1927.
Fruwirth: Handbuch des Hülsenfruchterbaues. 1920.
Grüner u. Bessonow: Die Erdnuß. Krassnodar 1927.
Grüner u. Michejew: Arachis. Die wertvollen Kulturen Aserbeidschans, S. 47—59.
Iwanow, N. R.: Die Fisole. Angew. Bot. **1926**.
Mitteilungen über die Kultur landwirtschaftlicher Pflanzen. Nowaja-Alexandrija 1881—98.
Muratowa: Die Pferdebohnen. Angew. Bot. **1926**.
Orlowsky: Die Linse im Gouvernement Saratow. 1927.
Prosorowa: Die Kichererbse. Angew. Bot. **1927**.
Spakowsky: Die Sojabohnen. Wladiwostok 1926.
Sleskin: Allgemeine Übersicht über den Anbau der Samenleguminosen. Jb. d. Dep. f. Landw. **1914**.
Tschernobriwenko: Zur botanischen Erforschung der Linsen. 1927.
Tupikowa: Botanisch-agronomische Erforschung der einjährigen Wicken. Angew. Bot. **1926**.

III. Kulturpflanzen mit ölreichen Samen.

(Ölpflanzen.)

Die *Fette* stellen die konzentrierteste Form der Ablagerung von Reservestoffen sowohl an Energie als auch an Baumaterialien (C u. H) im Organismus dar, weil sie wenig Sauerstoff aber außergewöhnlich viel Kohlenstoff enthalten. Auch der Wasserstoff ist stärker als in den Kohlenhydraten vertreten. Beim Verbrennen gibt eine Einheit Fett zweimal soviel Kalorien ab wie eine Einheit Kohlenhydrate. Wenn die Pflanze Fett in ihren Samen ablagert, löst sie damit die Aufgabe: in einem kleinen Samen den Höchstvorrat an Energie zur Atmung des Keimlings und an Baustoffen zur Bildung neuer Organe bei der Entwicklung aufzuspeichern. Dasselbe bezieht sich auch auf die Ernährung des Menschen, desgleichen auch auf das Wirtschaftsleben eines Landes. So sind die Fette in der Ernährung des Menschen die geeignetste Form zur Behebung des Kalorienmangels, wobei die Rolle der tierischen und pflanzlichen Fette gleich ist. Ganz instinktiv strebt der Mensch danach, der Kartoffel etwas Butter hinzuzusetzen. Eine Buttereinheit liefert etwa zehnmal soviel Kalorien als eine Einheit Kartoffel, die für den Menschen — ausgenommen, wenn zur Kartoffeltrocknung geschritten wird — eine zu „voluminöse" Nahrung ist, wenn man sich nur mit Kartoffeln ernährt, ohne Fett und Eiweiß hinzuzusetzen.

[1] Stehen in der betreffenden Forst Rehe, so sammelt man für den Winter Lupinenheu. Da die mehrjährige Lupine weniger Alkaloide als die 1jährigen Formen enthält, und die Tiere sich nicht ausschließlich von dieser ernähren, so braucht man in diesem Fall irgendwelche schädlichen Nachwirkungen der Lupinenfütterung nicht zu befürchten.

Es besteht ein gewisser Zusammenhang zwischen dem Ölgehalt der Samen und ihrem Gehalt an Eiweiß; *sämtliche Ölfrüchte sind eiweißreich.* Deswegen ist der beim Auspressen des Öls übrigbleibende Kuchen ein wertvolles Futtermittel; werden geschälte Samen gepreßt, so erhält man in manchen Fällen sogar ein wertvolles Speiseprodukt, das eiweißreicher ist als Fleisch und außerdem noch viel Kohlenhydrate und noch genügend Fett enthält.

Wie auch in anderen Fällen stellt die Gruppe der Ölfrüchte in botanischer Hinsicht eine bunte Mischung der verschiedensten Familien vor. So gehören *die Sonnenblume* (Helianthus annuus L.), *die Ölmadie* (Madia sativa Mol.) und der *Saflor* (Carthamus tinctorius L.) zur Familie der Compositae; der *Sesam* (Sesamum orientale L.) zur Familie der Sesameae; der *Rizinus* (Ricinus communis L.) zur Familie der Euphorbiaceae. Von den Kreuzblütlern gehören hierher: *Raps* (Brassica napus oleifera D. C.), *der Rübsen* (Brassica rapa oleifera D. C.), *der chinesische Ölrettich* (Raphanus sativus oleiferus Metzg.), der *Leindotter* (Camelina sativa Cr.) und *der Senf* (Brassica und Sinapis); ferner *der Mohn* (Papaver somniferum L.) aus der Familie der Papaveraceae; *Lallemantia iberica E. et M.* aus der Familie der Labiatae. Weiter oben haben wir gesehen, daß die Ölfrüchte auch unter den Leguminosen vertreten sind: *Die Sojabohne, die Erdnuß usw.*; endlich spielen die wichtigsten Faserpflanzen, wie Lein, Hanf und Baumwolle auch eine bedeutende Rolle als Ölpflanzen.

Der *Ölgehalt der Samen* schwankt bei den verschiedenen Pflanzen dieser Gruppe von 24% bei der Sonnenblume, bis 50—60% bei Rizinus. Die übrigen Pflanzen verteilen sich dazwischen folgendermaßen in absteigender Reihenfolge: Sesam, Raps, Mohn, Lein, Ölrettich, Hanf, Leindotter, Senf und Ölmadie. Die aus den Samen dieser Pflanzen gewonnenen Öle finden je nach ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften verschiedene Anwendung. Einige von ihnen, und zwar die Öle von Sonnenblume, Mohn, Sesam, Hanf, Senf und Ölmadie werden zu Speisezwecken verwendet. Andere werden zu technischen Zwecken gebraucht, z. B. zum Schmieren von Maschinen (Raps, Rübsen, Rizinus).

Früher dienten Raps- und Rübsenöl hauptsächlich als Schmieröl, weil sie nicht trocknen; auch wurden sie zu Beleuchtungszwecken verwendet. Heute aber werden für beide Zwecke billigere „Mineralöle" gebraucht (Produkte der Erdöldestillation). Aber in einzelnen Fällen werden sie auch jetzt noch zu Schmierzwecken verwendet: z. B. das Rizinusöl, da es physikalische Eigenschaften besitzt, die in diesen Fällen notwendig sind (Flugwesen).

Ferner dienen die trocknenden Öle, wie z. B. die Öle von Lein und Leindotter, zur Herstellung von Farben und Malerfirnis. Zur Seifensiederei eignen sich alle Öle (Glyzeride), die keine besserbezahlte Anwendung finden. Einige Öle, die je nach der Gewinnungsmethode verschiedene Eigenschaften erhalten, können verschieden verwendet werden. Ein solches Öl ist z. B. das Mohnöl, das bei kalter Pressung helle Färbung besitzt und als Speiseöl dient, bei heißer Pressung aber dunkel wird und als trocknendes Öl in der Farbenindustrie Anwendung findet.

Die eine oder die andere Zweckbestimmung des Öles hängt natürlich auch vom Preisverhältnis ab. Als sich ein großer Unterschied zwischen den Preisen des tierischen Fettes und des Sonnenblumenöles herausstellte, entstand am Kuban eine Produktion, die in der Überführung der flüssigen in harte Glyzeride (Glyzeride der gesättigten Säuren) durch Hydrierung beruht, wobei sich der Wasserstoff an den Stellen der Doppelbindungen anlagert; zur Beschleunigung der Reaktion werden Katalysatoren verwendet. Derartiges künstliches Fett steht in seinen Grundeigenschaften dem gewöhnlichen Speck in nichts nach, besitzt aber nicht die geschmacklichen Eigenschaften, die im tierischen Speck von den Beimengungen herrühren.

Außer den obengenannten Pflanzen können zu den Ölfrüchten noch einige andere gezählt werden, die nicht wegen ihrer fetten Öle sondern ihrer ätherischen Öle angebaut werden. Unter diesen Namen versteht man mehr oder weniger angenehm riechende flüchtige Stoffe (während die Glyzeride nicht flüchtig sind und beim Erwärmen zerfallen) von recht verschiedener Zusammensetzung. Die einen enthalten Kohlenstoff und Wasserstoff, die anderen auch noch Sauerstoff, die dritten Schwefel und Stickstoff; siehe weiter unten bei den einzelnen Pflanzen. Solche Pflanzen sind in der Hauptsache die Doldenpflanzen, wie *Anis*, *Kümmel*, *Koriander*, zum Teil die Kreuzblütler (*Senf*) und einige andere Pflanzen. In vielen Fällen enthalten die Samen derselben Pflanze sowohl fettes Öl (Glyzerid) als auch das flüchtige ätherische Öl von verschiedener Zusammensetzung.

Von den aufgeführten Pflanzen wollen wir nur die für den Feldanbau wichtigsten betrachten.

a) Pflanzen, deren Samen fette Öle enthalten.

1. Die Sonnenblume (Helianthus annuus L.).

Die Heimat der Sonnenblume ist Amerika, und zwar Mexiko und Peru, von wo sie zuerst von den Spaniern nach Europa eingeführt wurde. Hier wurde sie zuerst in Spanien, dann in Frankreich und in anderen Ländern angebaut, teils als Zierpflanze, teils ihrer eßbaren Samen wegen. In Rußland begann sich der Anbau der Sonnenblume zu Anfang des 19. Jahrhunderts zu entwickeln. Das erste Auftreten der Sonnenblume (zusammen mit der Pyramidenpappel) gegen Mitte des 18. Jahrhunderts in Rußland steht mit dem Namen des Hettmanns Rasumowsky (*Larionow*) im Zusammenhang. Diese Kultur hat im Südosten günstige Vorbedingungen gefunden und sich vor allem in den Gouvernements Saratow und Woronesh ausgebreitet. Im Kreise Birjutsch des Gouvernements Woronesh wurde der Bauer Bokarjow mit der Sonnenblume in den 40er Jahren bekannt. Die Ähnlichkeit des Geschmackes des Sonnenblumensamens mit demjenigen der Zirbelnüsse, aus denen, wie Bokarjow wußte, in Sibirien Öl hergestellt wurde, brachte ihn auf den Gedanken, auch den Sonnenblumensamen zu demselben Zweck auszuprobieren. Der Versuch war von Erfolg gekrönt. Nach dem Beispiel von Bokarjow, der bei sich zu Hause eine kleine „Ölmühle" eingerichtet hatte, verbreitete sich die Ölgewinnung aus der Sonnenblume allmählich zuerst im Gouvernement Woronesh und dann auch im Gouvernement Saratow. In diesen beiden Gouvernements spielt die Sonnenblume auch heute noch die wichtigste Rolle. Aber sie verbreitete sich nicht nur im Schwarzerdegebiet des europäischen Rußlands, sondern sie entwickelte sich auch stark am Kuban und drang bis nach Sibirien vor.

Im Jahre 1910 nahm die Sonnenblume folgende Flächen ein:

Kuban	299825 ha	Gouvernement	Jekaterinoslaw 11840 ha
Gouvernement	Woronesh 257110 „	„	Cherson 10915 „
„	Saratow 192326 „	„	Poltawa 7025 „
„	Tambow 58996 „	„	Stawropol 7415 „
Dongebiet	49802 „	„	Pensa 4396 „
Gouvernement	Charkow 41694 „	Taurien	2171 „
„	Kursk 20969 „	Sibirien u. a.	19728 „
			Zusammen: 983525 ha

Im weiteren Verlauf breitete sich diese Kultur noch weiter aus, wie folgende Zahlen für die gesamte Anbaufläche veranschaulichen:

1913	1923	1924	1925	1926
1261000 ha	2007000 ha	2336000 ha	3048000 ha	2513000 ha

Nach ihrem Ölgehalt gelten die „Samen" der Sonnenblume als nicht besonders ölreich im Vergleich mit Raps und sogar mit Lein; im Durchschnitt enthalten sie 24% Öl, obgleich bei uns, besonders bei den ausgesprochenen Ölsorten, der Durchschnitt oft höher liegt. Weil aber dieser Prozentsatz vom Gewicht des ganzen Samens abgeleitet wird, dessen Schale etwa 50% des Samengewichtes ausmacht, so ist es klar, daß die Frucht selbst ihrem Ölgehalt nach nicht hinter den anderen Ölfrüchten zurücksteht, ja den Ölgehalt einiger von ihnen sogar übertrifft. So betrug nach den Analysen der Station Saratow der Ölgehalt in den Jahren 1915—1927 im Durchschnitt 28,5% bei ganzen Samen und 50,2% bei geschälten Samen. Der Ölgehalt schwankt je nach den Entwicklungsbedingungen der Sonnenblume. Offensichtlich begünstigt der sonnige Sommer der Steppengebiete die Ölbildung. Nach den Ergebnissen von N. N. Iwanow wird folgender Ölgehalt in Samen verschiedener Herkunft (ohne Schalen) beobachtet:

Gouvernement Moskau	43,4%	Gouvernement Charkow	55,8%
„ Smolensk	43,2%	„ Jekaterinoslaw	52,1%
„ Tula	43,8%	Askania-Nowa	53,2%
„ Kijew	44,2%	Gouvernement Omsk	53,5%
Tulun (Ost-Sibirien)	42,2%		

In den Versuchen von Otryganjew wurde eine günstige Wirkung der Bodenfeuchtigkeit auf den Ölgehalt der Samen beobachtet (Vegetationsversuche mit Sonnenblumen: Krassnodar 1925).

Die Eigenschaften des Sonnenblumenöles ändern sich ebenfalls je nach den Wachstumsverhältnissen. Im allgemeinen gehört es zu den halbtrocknenden Ölen und wird vorzugsweise zu Speisezwecken verwendet; aber je weiter der Anbau nach Norden stattfindet, um so größer wird die Menge der ungesättigten Säuren, und die Jodzahl wächst, z. B. in Karajasy (Transkaukasien) = 113, in Priladoga = 140,5, d. h. die Eignung für technische Zwecke wird besser[1]. Nach Kardaschew[2] beträgt die Jodzahl der Sonnenblume in den südlichen Gouvernements: 110—129, in den zentralen 130—137, in den nördlichen 137,8—138,4.

Die Sorten der Sonnenblume werden gewöhnlich in 2 Gruppen eingeteilt:

1. *Eßsorten* (Knabbersorten)[3], deren Samen groß und länglich sind und gewöhnlich schwarze Längsstreifen zeigen.

2. *Ölsorten* mit kleinem, kurzem, aufgeblasenem Korn, das verschieden gefärbt und nicht selten weiß ist. Die Ölsorten, auf deren Gewichtseinheit infolge der aufgeblasenen Samenform weniger Schale entfällt als bei den Eßsorten, unterscheiden sich auch durch ein höheres Volumengewicht von den Eßsorten. Innerhalb der beiden Gruppen unterscheiden sich die Sorten nach der Samenfarbe, die zwischen weiß und schwarz variiert. Die Farbe kann sowohl einfarbig als gesprenkelt sein.

Ein Versuch, die Sonnenblumensorten einzuteilen, ist zuerst von Rytow unternommen worden, der folgende 4 Gruppen unterschied:

1. Gewöhnliche Sonnenblumen mit Pigmentablagerung in der Epidermis.
2. Weiße Sonnenblumen ohne Pigmentablagerung.
3. Schwarze Sonnenblumen, deren Pigment in der Epidermis und in der Korkschicht abgelagert ist. Es zeichnet sich durch gute Wasserlöslichkeit aus.

---

[1] Siehe N. N. Iwanow: Die Schwankungen in der Zusammensetzung der Ölfruchtsamen usw. 1925.

[2] Kardaschew: Pflanzenöle. 1917.

[3] Der russische Bauer knackt und verzehrt die Samen der Sonnenblume wie Nüsse und spuckt die Schalen wieder aus. Daher die Bezeichnung „Knabbersorten" (Anmerkung des Herausgebers).

4. Graue Sonnenblumen, unter deren Korkschicht eine besondere dunkle Schicht liegt. Hierher gehören die Panzersonnenblumen (Selenka, Karsins und Gaidukows Sonnenblume die widerstandsfähiger gegen Schädlinge sind[1].

Dementsprechend trifft man auch Namen wie „Grau", „Bunt", „Rappe" usw. an. Übergangsformen von den Speise- zu den Ölsorten werden unterschieden und als „Mescheumok" bezeichnet. Wie beim Getreide hat auch hier die sog. „Sorten"bezeichnung manchmal mehr die Marktbewertung der Ernte zum Ziel als die Charakteristik der erblichen Rassenmerkmale. Die Samengrößen der beiden „Sorten"gruppen werden durch nebenstehende Mittelzahlen veranschaulicht.

	Länge cm	Breite cm	1000 Korngewicht g
Eßsorten	1,74	1,04	100—200
Ölsorten	0,84	0,54	40—111

Das Verhältnis des Samengewichtes zum Schalengewicht wird durch folgende Zahlen ausgedrückt:

Eßsorten:	*Ölsorten*:	*Übergangssorten* (d.h. mit beiden Nutzungsrichtungen):
„Belorjaby" (weißbunt) (Gouvernement Kursk) . . . 0,69	Poltawer Ölsorte . . . 1,08	Weiße Sorte (Kuban) 0,81
„Tschornopjostry" (schwarzbunt) (Gouvernement Kursk) . 0,72	„Selenka" (grün) (Gouvernement Kursk) 1,09	Schwarzbunte (Gouvernement Kijew) . 0,86
	Panzersorte 1,12	
	„Pusantschik belorjaby"[2] (weißbunte, bauchige) 1,15	

Im allgemeinen sind die Ölsorten dürrefester als die Eßsorten. Bei genauerer Untersuchung stellt sich heraus, daß die üblichen Wirtschaftssorten zum größten Teil eine morphologische und physiologische Mischung verschiedener Rassen darstellen, die zudem auch noch Fremdbestäuber sind; dadurch wird die Vielgestaltigkeit der Formen erklärt, die eine solche „Sorte" bilden. Zur Herauszüchtung bestimmter Formen ist hier eine einmalige mechanische Auslese unzureichend (Fremdbestäubung), weil jedes Exemplar ein „sehr kompliziertes Amalgam" in seinen erblichen Eigenschaften darstellen kann (Stebut und Platschek).

Eine genauere *Einteilung der Formen nach den Sameneigenschaften* wird noch ausgearbeitet. Wir wollen hier nur folgende gröbere Einteilungen erwähnen, die von 10 Typen gebildet werden und von der Station Saratow zuerst aufgestellt worden sind:

a) Die Samen sind ganz weiß (Streifung sowie Panzerschicht sind nicht vorhanden.

b) Die Samen sind silberweiß (Streifung ist nicht vorhanden, Panzerschicht ist vorhanden — Karsins Sonnenblume).

c) Die Samen sind braun gestreift (die Streifen sind verschieden breit, die Panzerschicht fehlt).

d) Die Samen sind dunkelgrau gestreift (Panzerschicht vorhanden).

e) Die Samen sind ganz schmutzigbraun oder pechschwarz gefärbt (nach dem Vorkommen einer Panzerschicht ist die Einteilung in dieser Gruppe noch nicht durchgeführt).

Der Typus „e" ist deshalb interessant, weil er die meisten Linien enthält, die gleichzeitig gegen den Würger (Orobanche) und die Sonnenblumenmotte

[1] Näheres siehe bei Sazyperow: Arb. angew. Bot. 1913. — Ferner in der Arbeit von Stebut und Platschek über die Sonnenblume. Ferner in der Z. der Saratower Zuchtstation.

[2] Siehe Larionow: Aufsätze über die Sonnenblume in „Chosjaistwo" (Wirtschaft). 1911 und in Z. des Südostens 1912.

(Homoeosoma nebulella) widerstandsfähig sind (s. weiter unten), die Hauptfeinde der Sonnenblume im Südosten.

Unsere Zuchtstationen (Saratow, Krassnodar) wollen nicht nur Sorten mit großer Widerstandsfähigkeit gegen Schädlinge sondern auch mit hohem Ölgehalt züchten. So enthält nach den Mitteilungen von W. S. Pustowoit die von ihm gezüchtete Sorte mehr Fett und weniger Schale als die bodenständigen Kubaner Sorten, und zwar 64% Fett im Samen (auf Trockensubstanz umgerechnet) bei 37% Schalen gegenüber dem Kubaner Durchschnitt von 54% bei 41% Schale[1].

Die Sonnenblume besitzt eine etwa 4 Monate lange Vegetationsperiode, ist aber gegen Frühjahrsfröste nicht übermäßig empfindlich. Unser Sommer mit seiner großen Zahl heißer sonniger Tage und unsere tiefgründigen und lockeren Schwarzerdeböden eignen sich vorzüglich für den Sonnenblumenbau. Infolge der tiefen Wurzelentwicklung kann die Sonnenblume mit verhältnismäßig trockenen Böden vorliebnehmen, jedoch ist sie für Feuchtigkeit im Boden sehr dankbar und liebt besonders Überschwemmungsstellen. Nach ihrer Anbauart (Bearbeitung zwischen den Reihen) wird die Sonnenblume manchmal als *Bracheplanze* bezeichnet; in anderer Hinsicht paßt aber diese Benennung für die Sonnenblume nicht ganz. So ruft Stallmist eine überflüssige Verzweigung, eine Entwicklung der vegetativen Organe zum Nachteil der Samenbildung hervor; er wird daher zur Sonnenblume nicht gegeben. Ferner räumt die in die Brache gesäte Sonnenblume in unserem Klima zur Bestellung des Roggens das Feld nicht früh genug; infolgedessen kann sie gewöhnlich nicht als Vorfrucht für Winterung angebaut werden. Häufiger wird sie deswegen nach Winterung als zweite Frucht nach der Düngung angebaut; d. h. wenn überhaupt gedüngt wird, was man lange nicht von allen unseren sonnenblumenbauenden Gebieten behaupten kann. Es gibt übrigens eine Methode, die erlaubt, Sonnenblumen vor Winterung anzubauen, wenngleich auch nicht bei voller Standdichte. Baut man die Sonnenblumen mit derart breiten Reihenabständen an, daß zwischen ihnen die Drillmaschine laufen kann, so ist die Saat der Winterung vor der Sonnenblumenernte ähnlich der Chersoner Maisbrache möglich. Natürlich ist der Sonnenblumenertrag in einer solchen „Sonnenblumenhalbbrache" nicht voll. Am Kuban ist allerdings die Saat von Winterweizen sofort nach der Ernte der Sonnenblumen möglich, die in gewöhnlicher Standdichte gesät wurden und folglich einen vollen Ertrag bringen. In nördlichen Gegenden aber kommt die Sonnenblume in der Vierfelderwirtschaft vor: Brache — Winterung — Hackfrucht — Sommerung; oder in der Sechsfelderwirtschaft: Brache — Winterung — Hackfrucht — Sommerweizen — Leguminosen für Samen und Futtergewinnung (Wicken, Erbsen, Fisole) — Hafer (und Gerste). Sind die Hackfrüchte in der Vierfelderwirtschaft durch Sonnenblumen, Kartoffeln, Mais und Rüben vertreten, so ist es besser, den Hackfruchtschlag einzuteilen und die mit Sonnenblumen bestellten Flächen bei der Wiederkehr des Hackfruchtschlages auf demselben Schlag zu wechseln. Man nimmt an, daß die Sonnenblume nicht früher als nach 6 Jahren wiederkehren soll. Bei richtiger Kultur sind die Erträge der Sommerung nach Sonnenblumen besser als wenn Getreide nach Getreide gebaut wird.

Nach den dem Boden *entzogenen Nährstoffen* steht die Sonnenblume der Kartoffel und der Zuckerrübe nahe; sie entzieht also viel Kali (etwa 90 kg und noch mehr je Hektar, d. h. etwa dreimal soviel wie Getreide). Deswegen gilt Asche als ein für die Sonnenblume geeignetes Düngemittel.

[1] Siehe Pustowoit: Arbeiten mit Ölsorten der Sonnenblume. Krassnodar 1926.

Aber auch an Phosphorsäure führt die Sonnenblume im Vergleich mit dem Getreide das Doppelte aus[1]. Witym (Ekaterinodar) fand, daß die Asche der kubanischen Sonnenblume bedeutend kalireicher ist als in den Handbüchern für die mittlere Zusammensetzung der Sonnenblumenstengel angegeben wird; sie enthält bis 40% K_2O anstatt 15—20%.

Durch diesen größeren Kalibedarf sucht man auch den Umstand zu erklären, daß ein Anbau der Sonnenblumen mehrere Jahre auf demselben Schlag, wie es bei uns häufig der Fall ist, ein Sinken der Erträge zur Folge hat. Eine mittelbare Bestätigung der Kaliverarmung des Bodens kann man in der Tatsache sehen, daß die Pottaschefabriken ungern Asche von den Plantagen kaufen, auf denen die Sonnenblume mehrere Jahre hintereinander angebaut wird. Das Sinken der Erträge kann aber auch dadurch erklärt werden, daß die Sonnenblume in diesem Falle stark von dem Würger (Orobanche), vom Rost und von anderen Schädlingen befallen wird. Es muß bemerkt werden, daß bei der Untersuchung des Sonnenblumenanbaues am Kuban gefunden wurde, daß dort Erträge von 12—13,5 dz Samen und 75 dz anderer Organe viel größere Nährstoffmengen, vor allem Kali, ausführen als man nach westeuropäischen Mitteilungen annehmen müßte, und zwar je Hektar:

Stickstoff	65,2 kg
Phosphorsäure . . .	41,2 kg
Kali (K_2O)	360,0 kg
Calcium (CaO) . . .	133,5 kg

Infolge ihres Kalireichtums ist Sonnenblumenasche am Kuban ein wertvolles Material zur Herstellung von Pottasche; so wurden z. B. in der Asche der Stengel 36,3% K_2O und in der Asche der Schalen 24,4% K_2O gefunden[2].

Die *Bodenbearbeitung* zur Sonnenblume muß eine tiefe Herbstfurche umfassen (18—20 cm). Im Frühjahr wird das Pflügen nach Möglichkeit vermieden, mit Ausnahme natürlich derjenigen Böden, die im Winter verschlämmen.

Am Kuban (Wirtschaft „Kruglik") betrug 1920 der Ertrag nach einer Herbstfurche 24,7 dz, nach einer Frühjahrsfurche 17,1 dz. Im Durchschnitt von 6 Jahren 21,7 und 17,1 dz. In trockenem Klima kann der Unterschied noch größer sein. Die Saatzeit wirkte sich am Kuban folgendermaßen aus:

	1. April dz	15. April dz	1. Mai dz	15. Mai dz	1. Juni dz	15. Juni[3] dz
Ertrag	21,7	22,0	19,7	15,7	11,0	5,8

Die *Saat* der Sonnenblumen erfolgt früh zusammen mit Hafer, weil ihre Samen, die eine dicke Schale und ölige Körner besitzen, sowohl viel Feuchtigkeit als auch viel Zeit zum Anquellen brauchen und wegen ihrer langen Vegetationsperiode. Die jungen Pflänzchen sind aber gegen Morgenfröste unempfindlich. Zur Beschleunigung der Keimung wird manchmal das Anquellen der Samen durch vorherige Benetzung angewandt. Manchmal erfolgt die Einsaat auch schon im Herbst in der Absicht, daß die Samen vor Eintritt des Winters nicht keimen, sondern nur quellen; dies ist jedoch mit einer großen Gefahr verbunden, weil die Samen während der Tauwetter im Herbst keimen und die Triebe vom Frost vernichtet werden können. Außerdem können die Triebe unter der Frühjahrskruste leiden. Gewöhnlich wird die Sonnenblume gedrillt oder gedibbelt (mit Drillmaschine, Pflug oder Markeur), seltener (bei großen Flächen) breit gesät. Die Aussaatmenge schwankt zwischen 4,4 kg und 15 kg je nach der Saatmethode,

[1] Siehe Stebut: Grundlagen der Feldkultur 2, 371. — Siehe ferner Konowalow: Analysen. Nachr. d. Kijewer Polytechn. 1919.

[2] Witym: Chemische Untersuchungen über den Anbau der Sonnenblume. Kraßnodar 1918.

[3] Nach W. S. Pustowoit: a. a. O.

nach der Qualität des Saatgutes und je nach der Sorte. Bei uns sind bei Breitsaat von Ölsorten hohe Aussaatmengen üblich (12—15 kg). Es ist notwendig, die Samen auf Keimfähigkeit zu prüfen, weil durch den Handel häufig wenig keimfähige Samen angeboten werden[1].

Die Reihenentfernung schwankt je nach den besonderen Eigenschaften des Bodens und der Pflanze zwischen 45 und 70 cm; die Ölsorten verlangen geringere Entfernungen als die Eßsorten. Am Kuban (Gut Kruglik) stellten sich die Entfernungen von 57 × 30 cm (bei 1 Pflanze), 57 × 57 cm (bei 2 Pflanzen) und 70 × 70 cm (bei 3 Pflanzen in einer Pflanzstelle) als am besten heraus. Bei größeren Entfernungen wurde nicht nur eine Verringerung des Ertrages sondern auch des Ölgehaltes beobachtet. Die Lösung dieser Aufgabe ist aber eine örtliche Frage; Boden, Klima, Düngung und Sorte wirken dabei mit.

Als Beispiel für die vielen Saatmethoden sei hier folgende Beschreibung der Aussaat in einer der Wirtschaften des Gouvernements Saratow angeführt. Das im Herbst gepflügte Feld wird mit einem Markeur so markiert, daß abwechselnd breite und schmale Abstände zwischen den Reihen von 61 und 26 cm entstehen (zweireihige Saat). Eine Arbeiterin stellt sich auf den schmalen Streifen zwischen 2 Reihen und wirft abwechselnd die Samen in beide angrenzende Furchen, wobei sie die Samen mit einer Fußbewegung zudeckt. Infolge der Bedeckung und Festigung des Bodens in der Nähe des Samenkornes und seiner Kapillarwirkung laufen die Samen gut auf. Im weiteren Verlauf werden nur die breiten Streifen zwischen den Reihen bearbeitet.

Die *Pflegemaßnahmen* bestehen in erster Linie im *Vereinzeln* und dann im *Hacken*. 12—15 Tage nach dem Auflaufen wird gewöhnlich auf eine Entfernung von 9—13 cm vereinzelt. Dabei wird auch das Unkraut entfernt und der Boden zwischen den Pflanzen durch Handhacken gelockert. Nach 2—3 Tagen können die Zwischenstreifen mit der Pferdehackmaschine bearbeitet werden. Wenn die Pflanzen kräftiger geworden sind und eine Höhe von 13—18 cm erreicht haben, werden sie endgültig vereinzelt. Um Arbeit zu sparen, wird manchmal auch nur einmal vereinzelt. Die Zahl der Hacken ist verschieden; manchmal nur einmal mit der Hand und einmal mit der Maschine; manchmal steigt die Zahl der Maschinenhacken auf 3—4.

Eine *Behäufelung* verlangt die Sonnenblume eigentlich nicht. Außerdem trocknet eine Behäufelung den Boden aus und ist daher in trockenem Klima nicht empfehlenswert. Manchmal werden die Seitenzweige des Stengels entfernt, und zwar zu dem Zweck, damit sich unter Ausnutzung der ganzen Kraft der Pflanze wenige, 1—2, oder nur 1 Blütenkorb möglichst kräftig entwickeln kann. Das letztere ist bei den Ölsorten, die überhaupt weniger Seitenzweige bilden, wünschenswert. Die Sonnenblume *reift* im August oder September, je nach der Gegend, jedenfalls aber nach der Getreideernte, was für die Arbeitsverteilung während der Ernte sehr günstig ist. Die Reifemerkmale sind: Gelbwerden des Korbes (beginnend mit dem Rand der Scheibe), Welkwerden und Abfallen der Kelchblätter, die für die Sorte erforderliche Samenfarbe und eine gewisse Härte der Samen. Bei kleineren Flächen wendet man gewöhnlich eine Teilernte an, wobei die einzelnen Körbe bei eintretender Reife abgeschnitten werden. Bei großen Flächen ist eine solche Ernte natürlich undenkbar, weil sie zu teuer

[1] Es empfiehlt sich, zur Samengewinnung, schon während die Sonnenblumen im Felde stehen, gut geformte für die betreffende Sorte typische Fruchtstände ausschließlich von gesunden Pflanzen auszuwählen. Diese ausgewählten Fruchtstände werden gesondert gedroschen und die Samen sorgfältiger als die übrige Ernte aufbewahrt. Siehe die Beschreibung der verschiedenen Methoden bei Solotarew: Der Sonnenblumenbau. — 1897; desgl.: Landw. Ztg. 1904. Nr 2 u. a. O.

wäre; man muß die Arbeit auf einmal ausführen, und dabei ist es wichtig, den geeigneten Zeitpunkt herauszufinden, weil unreife Samen schlecht trocknen, bisweilen faulen und sich stets schwer dreschen lassen. Überreife Samen dagegen fallen leicht aus. Gewöhnlich beginnt man mit der Ernte nach dem Ausreifen der Mehrzahl der Körbe. Das Ernten selbst erfolgt entweder durch Abschneiden und Aufsetzen der Körbe zum Trocknen auf die stehengebliebenen Stengel, oder durch Abschneiden des ganzen Stengels am Boden, worauf die Pflanzen in Garben gebunden und auf irgendeine Art getrocknet werden.

Auf dem Gute Chutorok (Kuban) verfährt man folgendermaßen. Die Blütenkörbe von 8 Reihen werden in mehreren „Etagen" auf die Stengel der einen (der achten) Reihe gespießt. Nach dem Trocknen werden die Stengel mit den Körben abgeschnitten und auf Wagen geworfen. Werden die ganzen Pflanzen abgeschnitten, so erfolgt das Trocknen in pyramidenförmigen Hocken; jedoch ist dies bei Regen unzweckmäßig. Unter solchen Verhältnissen ist das Binden in Garben vorteilhafter. Man bindet mit dünnen Sonnenblumenstengeln und legt die Garben so schräg zusammen, daß eine liegende Garbe als Stütze für mehrere dient, die mit dem Kopfende nicht den Boden berühren. Nach dem Trocknen werden die Sonnenblumen mit Flegeln, Walzen oder besonderen Dreschmaschinen gedroschen[1]. Eine gute Ernte bringt 15 dz, eine mittlere 9—10,5 dz je Hektar. Die Stengel, Blütenböden und Kaff, dienen abgesehen von einer teilweisen Verwendung als Futtermittel als Brennmaterial in gewöhnlichen Öfen mit entsprechender Einrichtung. Die dabei anfallende, an kohlensaurem Kali reiche Asche kann zu Pottasche verarbeitet oder als Düngemittel verwendet werden. Nach den Ergebnissen von A. A. Wityn enthält die reine Stengelasche am Kuban 36% K_2O, die Schalenasche dagegen 29%. Der Pottaschegewinn beträgt im ersteren Fall 45%, im zweiten 32%. Gewöhnlich wird die Asche der Stengel und nicht diejenige der Schalen zu Pottasche verarbeitet. Die Bedeutung des *Sonnenblumenkuchens* als konzentriertes Futtermittel ist genügend bekannt. Sie beruht auf dem großen Eiweißreichtum und auf dem ebenfalls bedeutenden Gehalt an Fett und Kohlenhydraten. Im Durchschnitt hat der Sonnenblumenkuchen nebenstehende Zusammensetzung.

Eiweiß	30,6%	Rohfaser	22,9%
Kohlenhydrate .	19,0%	Asche	8,2%
Fett	8,0%	Wasser	11,3%

Der hohe Rohfasergehalt hängt von der Schalenbeimischung ab, von denen ein gewisser Prozentsatz mit Absicht beim Pressen im Kuchen als „Dränage" belassen wird. Werden die gesamten Schalen vor dem Pressen entfernt, so entsteht ein Kuchen von hohem Nährwert; aber technisch ist dies schwerer durchzuführen als die Pressung unter Belassung eines gewissen Schalen-Prozentsatzes.

Wir wollen jetzt die wichtigsten *Schädlinge* und *Krankheiten* der Sonnenblume betrachten. Von den *Pilzen* richtet vor allen Dingen der *Rost* (Puccinia helianthi) Schaden an; der Rost trat besonders stark in den 60er Jahren auf und führte stellenweise zu einer Verminderung des Sonnenblumenanbaues. Bei der Untersuchung dieses Pilzes im Jahre 1872 fand Woronin, daß der für die Rostpilze übliche Wirtswechsel bei dieser Art nicht eintritt; beide Stadien leben auf der Sonnenblume. Die Krankheit tritt gewöhnlich Ende Juni oder Anfang Juli in Form von Rostflecken an den untersten Blättern (Uredosporen) auf, von denen sie langsam auf die höher liegenden übergeht und gegen Mitte Juli den Blütenkorb erreicht. Im Herbst dagegen treten schwarze Flecken auf (Te-

[1] W. P. Gorjatschkin: Landw. Ztg 1904; Über die Dreschmaschinen von Tschaschinski, Abakumow, Men'schikow u. a.

leutosporen). Die befallenen Blätter werden schlaff (der Turgor wird geringer), welk und trocken, die Körbe verlieren die Fähigkeit, sich der Sonne zuzuwenden und hängen herab. Der Samenertrag sinkt stark. Als Gegenmaßnahmen werden empfohlen: Beizen der Samen mit Kupfervitriol und Kalkmilch; dabei ist eine stärkere Konzentration der Lösung zulässig als beim Getreidebrand, weil die Sonnenblume durch eine harte und dicke Schale geschützt ist; ferner Verbrennen der Stengel und Blütenkörbe zur Vernichtung der Teleutosporen, eine richtige Fruchtfolge mit der Wiederkehr der Sonnenblumen auf demselben Felde, z. B. einmal in 6 Jahren; die Wintersporen keimen nach 2 Jahren nicht mehr. Schließlich empfehlen sich für eine bessere Luftzirkulation größere Entfernungen zwischen den Reihen.

Von den höheren Pflanzen schädigt der „*Würger*" (Orobanche cumana) die Sonnenblume sehr. Es ist beobachtet worden, daß bei häufiger Wiederkehr der Sonnenblume auf demselben Schlag und ebenfalls in nassen Jahren sich dieser Schädling besonders stark entwickelt; es gibt z. B. Fälle, wo auf einer Pflanze 20 Exemplare schmarotzen. Die schädliche Wirkung des Würgers macht sich durch Schwächung der Pflanzen und infolgedessen durch Sinken der Erträge bemerkbar. Als Gegenmaßnahmen werden empfohlen: Reinigung des Saatgutes, vor allem von der Spreu, mit der leicht erhebliche Samenmengen des Würgers eingeschleppt werden und Beizen mit Kupfervitriol und Formalin. Außerdem darf man den Schädling nicht zur Samenbildung kommen lassen. Wenn das Saatgut auf einem vom Würger befallenen Felde geerntet werden muß, so empfiehlt es sich, beim Schneiden der Blütenkörbe diese nicht auf den Boden zu legen, sondern in Schürzen zu sammeln, auf einen mit einer Plane ausgelegten Wagen zu tragen und einzufahren, um sie getrennt von der übrigen Ernte auszudreschen.

Die Saatgutreinigung hilft indessen nicht, wenn der Boden mit den Samen des Würgers verseucht ist. Nach den Berechnungen der Zuchtstation Saratow[1] kann 1 ha 3—8 Milliarden Orobanchesamen in einer 10 cm starken Bodenschicht enthalten. Allerdings verlieren die Orobanchesamen beim Lagern im Boden ihre Keimfähigkeit; daher auch der Rat, die Sonnenblume nicht vor 8 Jahren auf demselben Felde wieder anzubauen. Aber der Vorrat an diesen Samen kann sich nicht nur durch den Anbau von Sonnenblumen wieder erneuern sondern auch bei Vorhandensein von Unkräutern, auf denen der Würger ebenfalls schmarotzt (wie Artemisia und Xanthium). Außerdem verbreiten sich die Samen durch Wind und Wasser. Dieser Umstand zwingt dazu, nach anderen Maßnahmen zu suchen. Am meisten Aufmerksamkeit verdient die Züchtung *gegen Orobanche widerstandsfähiger Sonnenblumensorten*, zu denen die sog. *Selenka* und *Amerikanka* gehören. Unter gleichen Verhältnissen war der Befall in Prozenten für verschiedene Sorten folgender:

Graue Eßsorten	24,4 %	„Bauchige" Ölsorte	65,3 %
Weiße Eßsorten	19,4 %	Selenka 1	4,1 %
Übergangssorten (siehe oben)	51,4 %	Selenka 2	7,3 %
Panzersorten	59,9 %	Selenka 3	4,3 %[2]

Unter den *Insekten* richtet bei uns die Raupe der *Sonnenblumenmotte* den größten Schaden an (Homoeosoma nebulella), die eine Öffnung durch die noch

[1] A. I. Stebut: Landw. Ztg f. d. Südosten **1913**. — Zur Trennung der Samen vom Boden wurde ein Bromoform-Äther-Gemisch verwendet. Vgl. Schewelow: Arb. Bur. f. angew. Bot. **1912**.

[2] Diese Zahlen beziehen sich auf zufällige Populationen — und zwar Handelssorten. Siehe weiter oben über die Formeneinteilung nach Stebut. Außer der Sortenwahl ist die Erforschung der Insekten, die den Würger schädigen, von Interesse, so z. B. der Fliege, Phytomyza orobanchis.

weiche Schale frißt und sich von dem Sameninhalt ernährt. Die befallenen Blütenkörbe fallen im Juli dadurch auf, daß sich ihre braun und trocken gewordenen Blüten mit einem Gespinst bedecken; in diesem kann man die grauen krümligen Ausscheidungen der Raupe sehen. Indem sich die Raupen mit Hilfe eines Spinnfadens zu Boden lassen, können sie auf andere Pflanzen übergehen, wenn die erste Pflanze nicht mehr genügend Nahrung bietet. Bei starker Vermehrung des Schädlings kann die Ernte auf großen Plantagen vernichtet werden[1]. Als Gegenmaßnahmen wurden empfohlen: die befallenen Körbe so bald als möglich nach Auftreten der Raupen mit den Raupen zusammen zu vernichten; ferner die Unkräuter aus der Familie der Kompositen zu bekämpfen; nachher die Erntereste im Felde zu vernichten; hauptsächlich aber auch Sorten anzubauen, die gegen die Raupe widerstandsfähiger sind. In dieser Hinsicht wurde versucht, durch Kreuzung mit der kalifornischen Sonnenblume eine Sorte zu gewinnen, deren Samenschale von der Raupe infolge einer besonderen Schutzschicht von Zellen in der Schale nicht durchfressen werden kann (Versuche von Karsin). Eine solche „Panzersorte" ist tatsächlich widerstandsfähiger gegen die Raupe als die gewöhnlichen Sorten. Weil auch in den Selenkasorten Individuen mit harter Zwischenschicht in der Schale auftreten, so ist der Gedanke aufgekommen, gleichzeitig gegen Orobanche und gegen Homoeosoma widerstandsfähige Sorten zu züchten (Larionow 1911).

Nach Stebut und Platschek liefert die meisten gegen Motte und Würger widerstandsfähigen Linien die Gruppe mit dunkelgrau gestreiften Samen, sofern gleichzeitig eine Panzerschicht vorhanden ist. Der Unterschied zwischen den einzelnen Sorten ist so groß, daß sich, wenn man eine widerstandsfähige und eine anfällige Sorte zusammen in ein Gefäß pflanzt und den Boden mit Samen des Würgers infiziert, beim Auswaschen des Wurzelsystems zeigt, daß alle Keimpflanzen des Würgers auf den Wurzeln der anfälligen Sorte sitzen. Die Wurzeln der „immunen" Sorten dagegen zeigen nur Schwellungen an den Stellen, wo der Schädling einzudringen begann, aber im Anfang schon unterdrückt wurde. Deswegen ist Wachstum und Ernte einer solchen immunen Sorte normal, während die danebenstehende anfällige Sorte eingeht.

Die Wirkung einer gleichzeitigen Züchtung auf Immunität gegen den Würger und auf Vorhandensein einer Panzerschicht zeigt sich auch in folgenden Ergebnissen von Pustowoit:

	1912	1915	1919	1922
Prozent der von Orobranche absolut verschont gebliebenen Familien	0	24	60	87,5
Prozent der Pflanzen mit Panzerschicht	52	78	90	97,7

Erschwerend wirkt bei dieser Arbeit der Umstand, daß es verschiedene Rassen des Würgers gibt. So kann z. B. der Würger des Dongebietes teilweise Sonnenblumenrassen befallen, welche gegen andere Rassen des Würgers widerstandsfähig sind, wie z. B. die Saratower- und Kubansonnenblume. Infolgedessen muß sich die Züchtung den Eigentümlichkeiten der örtlichen Orobancherassen anpassen[2].

Außer von der Homoeosoma wird die Sonnenblume auch noch von den Raupen der Käfer Agapanthia Dahliae und Mordellistena parvula, die das Innere des Stengels ausfressen, und der Wanze Mormidea baccarum gefallen; ferner durch die Larven des Käfers Opatrum sabulosum, die dem Drahtwurm ähnlich sind. Nach Blomeyer schädigen ferner

[1] Siehe Sacharow: Die Sonnenblumenmotte. 1925.
[2] Siehe Shdanow: Sonnenblume und Würger. Donsche Zuchtstat. 1927

der Drahtwurm, die Raupen der Kohleule (Mamestra Brassicae), welche die Blätter und die unteren Teile der Blütenkörbe auffressen, und der Ohrwurm (Forficula auricularis), der die Samen ausfrißt. Im reifen Zustande haben die Sonnenblumen unter Vogelfraß zu leiden.

2. Der Saflor (Carthamus tinctorius L., aus der Familie der Kompositen)

ist zum Teil eine Färbepflanze infolge des Farbstoffgehaltes in den grell orangefarbenen Blütenblättern. In der Hauptsache aber ist er eine Ölpflanze wegen des Öles der Samen, das zu Speisezwecken (aus geschälten Samen) und zu Beleuchtungszwecken (aus ungeschälten Samen) geeignet ist. Heute wird er in der Hauptsache zur Ölgewinnung angebaut. Früher war diese Kultur bei uns nur in Turkestan und Transkaukasien verbreitet; seit kurzem ist sie auch in das Wolgagebiet vorgedrungen. Der Saflor verlangt einen warmen Sommer, hat aber eine verhältnismäßig kurze Vegetationsperiode. Er kann also mit Erfolg zur Ölgewinnung in den Gouvernements Samara und Saratow angebaut werden, womit man durch ihn zum Teil die Sonnenblume zu ersetzen strebte, nachdem in den 90er Jahren eine starke Schädigung der Sonnenblume durch Schädlinge beobachtet worden war (Motte, Rost usw.). Der Saflor wird hauptsächlich mit einer Reihenentfernung von 35—40 cm gedrillt. Die Pflege besteht im Vereinzeln und Hacken.

Will man die Farbstoffe gewinnen, so erfolgt die Ernte der anfangs gelben, dann aber bald rot und dunkel werdenden Blütenblätter, wenn diese dunkel zu werden beginnen. Je Hektar liefert der Saflor 75—150—225 kg Blätter. Mit der Samenernte braucht man sich nicht zu beeilen, weil der Saflor nicht leicht ausfällt. Die Samenerträge schwanken gewöhnlich zwischen 9—10,5 dz; die Stengel des Saflors sind hart, die Blätter stachelig, so daß das Stroh nur zu Heizzwecken Verwendung finden kann. Die Station Krassnyi Kut hat jedoch eine stachellose Sorte gezüchtet.

Als günstige Eigenschaften des Saflors werden seine Widerstandsfähigkeit gegen Dürre (bei geringer Empfindlichkeit gegen Morgenfröste im Frühjahr), geringe Beschädigung durch Insekten und andere Schädlinge und gute Qualität des Öles hervorgehoben. Andererseits wird darauf hingewiesen, daß der Saflor einen Kuchen liefert, der Bitterstoffe enthält und infolgedessen als Futtermittel weniger wertvoll ist als die Kuchen der Sonnenblume. Aber es hat sich herausgestellt, daß der Saflor doch von Insekten, und zwar von der Raupe der Fliege Urellia eluta befallen wird[1].

3. Die Ölmadie (Madia sativa)

ist eine Pflanze, die wie die Sonnenblume aus Amerika stammt (Chile). Sie besitzt graugelbe Köpfchen mit Drüsenhaaren, die eine klebrige unangenehm riechende Substanz absondern, weswegen die Ölmadie von verschiedenen Schädlingen weniger stark befallen wird. Sie besitzt je nach der Sorte graue oder schwarze Samen, welche die für die Kompositen übliche längliche Form (mit 25—35 % Ölgehalt) besitzen. Unter gewissen Vorsichtsmaßnahmen erhält man ein schmackhaftes Öl, frei von jedem unangenehmen Geruch. Wegen der hohen Ansprüche an Klima, Boden und wegen der unregelmäßigen Reife ist die Ölmadie nur sehr wenig verbreitet. Ihre Erträge überschreiten nach deutschen Versuchen 7,5 bis 9 dz je ha nicht.

4. Der Sesam oder **Kunschut** (Sesamum orientale L.)

ist eine südliche Pflanze, die in Spanien, Italien, Turkestan, Transkaukasien und vor allem in Indien, China und Ägypten angebaut wird; er ist hochwüchsig mit weißen oder rosa Blüten. Die je nach der Sorte weißen oder braunen, mitunter schwarzen Samen, die ihrer Größe und Form nach etwas an Leinsamen erinnern

[1] Siehe Frau Rusanow: Urellia eluta als Schädling des Saflors. Z. exper. Landw. 1926.

(aber nicht glänzend sind), enthalten 50—60 % genießbares Öl[1]. Aus diesen Samen wird die bekannte Leckerei, die Chalwa, bereitet. Der Sesam ist sehr anspruchsvoll an Klima und Boden; er verlangt große Wärmemengen, verträgt keine Morgenfröste, verlangt windgeschützte Felder und fruchtbaren Boden. Er ist sehr empfindlich hinsichtlich der Bodenbearbeitung. Die kleinen Samen (2,5—3,5 kg je ha) und die langsame Entwicklung der Pflanze zu Beginn des Wachstums verlangen eine sorgsame und gründliche Bearbeitung. Im Verlauf der weiteren Entwicklung aber wachsen die Pflanzen schnell und werden sehr groß. Der Sesam verlangt eine Bearbeitung des Bodens zwischen den Reihen infolge des erheblichen Größenunterschiedes der Flächen, die von jungen und ausgewachsenen Pflanzen eingenommen werden; daher die Notwendigkeit der Drillkultur. Stallmist wird nicht gegeben, weil sich die vegetativen Teile sonst zu stark entwickeln können.

5. Der Rizinus (Ricinus communis L.)

gehört zur Familie der Euphorbiaceae; er ist eine südliche Pflanze. Wildwachsend kommt er in Afrika, Indien und Afghanistan vor, wo er als mehrjährige Pflanze eine Höhe von 10 m erreichen kann. Aber in China und bei uns ist er eine 1jährige Pflanze von 0,7—2,5 m Höhe. Die Samen enthalten 50—60 % Öl. Angaben über 70—75 % Öl beziehen sich offenbar auf geschälte Samen. Vor dem Kriege führte Rußland Rizinus aus Indien über Odessa ein. Der Krieg bewies deutlich die Notwendigkeit, diese Kultur innerhalb der Grenzen der Union zu entwickeln.

Das *Rizinusöl* findet recht vielseitige Anwendung. Als nicht trocknendes und sehr bindiges, bei Temperaturwechsel aber wenig veränderliches Öl[2] wird es als Schmieröl bei großen Geschwindigkeiten der Reibungsflächen sehr hoch geschätzt (Luftschiffahrt). Ferner wird es beim Bedrucken der Kattune verwendet (unter dem Namen „Alizarinöl"). Da es ferner beim Verbrennen ein gleichmäßiges weißes Licht erzeugt und nicht rußt (infolge des Oxysäurengehaltes ist hier der Gehalt an Sauerstoff etwas höher als in den übrigen Ölen, der Gehalt an Kohlenstoff dagegen geringer), so wird gerade das Rizinusöl in Ostindien zu Beleuchtungszwecken verwendet[3]. In Afrika und Asien dient dieses Öl stellenweise zu Speisezwecken. Auf Java stellt man zum Verputzen der Häuser ein Gemisch von Rizinusöl und Kalk her; in Indien wird aus den niedrigsten Öl- und Kuchensorten Leuchtgas gewonnen. Bei der Seifensiederei liefert das Rizinusöl eine gute helle Seife, die in Wasser leicht löslich ist und leicht schäumt. Die Anwendung des Rizinusöles in der Medizin ist allgemein bekannt.

Die Samen und der Kuchen enthalten einen Giftstoff — das Rizinin, das nicht in Öl übergeht (es sind Vergiftungsfälle bei Kindern durch Genuß von Rizinussamen bekannt; drei Samen führen schon eine schädliche Wirkung herbei) und deswegen als Futter ungeeignet ist; er wird zur Düngung und teils zu Heizzwecken verwendet. Letzteres ist natürlich nicht rationell, weil der Kuchen noch 7,4 % Stickstoff enthält und deshalb ein wertvolles Düngemittel darstellt.

---

[1] Näheres über die Zusammensetzung der Sesamsamen und -kuchen und des Sesamöles siehe im Aufsatz von Heberbrandt: Über den Sesam. Landw. Versuchsstat. 51. — Über seine Kultur siehe Michejew: Die wertvollen Kulturen Aserbeidschans. 1926. — Über die verschiedenen Formen siehe Saizew: Die verschiedenen Formen des in Turkestan angebauten Sesams. Angew. Botan. 1922—23.

[2] Außerdem unterscheidet es sich von anderen Ölen durch seine gute Löslichkeit in Spiritus und durch sein hohes spezifisches Gewicht.

[3] Die Eingeborenen gewinnen das Beleuchtungsöl durch Handarbeit, wobei sie 25 % des Öles gewinnen, während der starke hydraulische Prozeß 47 % ergibt.

Es ist eine große Zahl von Rizinussorten bekannt, die sich durch die Samengröße, Farbe, Form der Dolden, der Blätter, der Samen und auch durch die Wärmeansprüche voneinander unterscheiden. Der Rizinus wird seit alters her in Algier, Ägypten, Hindostan und China angebaut. Bei uns ist diese Kultur sehr gut in Transkaukasien und in Turkestan möglich; im europäischen Teil der Union nur im Süden. Die ungefähre nördliche Grenze verläuft folgendermaßen: Astrachan—Rostow—Don—Cherson—Kischinew. In Asien gedeiht der Rizinus überall dort, wo Baumwolle wächst[1]; jedoch liegt ein Interesse vor, diese Kultur in das nördliche Turkestan zu verschieben (um der Baumwolle keine Konkurrenz zu machen), und in das Gebiet von Dschetyssui am Flusse Tschu und in das Pischpekgebiet. Im Küstengebiet ist der Anbau einiger japanischer Sorten möglich.

Der Rizinus ist eine Hackfrucht; die Hauptpflegemaßnahmen sind Jäten und Hacken. Bei der Ernte macht es bei manchen Sorten Schwierigkeiten, die Samen aus den Kapseln zu entfernen; andererseits besteht bei uns meist die Gefahr, daß ein Teil der Samen ausfällt, während die übrigen Kapseln noch nicht reif sind. Näheres siehe in der Spezialliteratur[2].

6. Der Raps (Brassica napus oleifera D. C.) und der Rübsen (Brassica rapa oleifera D. C.)

spielten früher im Feldbau eine große Rolle, als die mineralischen Öle, welche die Öle dieser Pflanzen sowohl zu Schmier- wie zu Beleuchtungszwecken ersetzen, noch nicht in Massen hergestellt wurden; daraufhin ist ihr Anbau bedeutend zurückgegangen. Äußerlich unterscheiden sich Raps und Rübsen durch folgende Merkmale. Der Raps hat ebenso wie die mit ihm verwandte Kohlrübe blaugrüne Stengel- und Wurzelblätter. Das oberste Blatt umfaßt den Stengel zur Hälfte; die Seitenzweige des Blütenstandes bilden mit dem Hauptstengel einen großen Winkel. Der Rübsen hat ähnlich wie auch die mit ihm verwandte Wasserrübe grasgrüne Blätter, die behaarter sind. Das oberste Blatt umfaßt den Stengel ganz, die Seitenzweige bilden mit dem Hauptstengel einen kleineren Winkel. Die Raps- und Rübsensamen sitzen in den Schoten in zwei Reihen, die durch eine hautartige Querwand voneinander getrennt sind. Beide Pflanzen entwickeln eine tiefgehende Pfahlwurzel und liefern Samen mit fast gleichem Ölgehalt (durchschnittlich etwa 45%). Die Kuchen beider Pflanzen rufen bei Anwendung in großen Mengen infolge Reizwirkung unangenehme Erscheinungen hervor (Entzündung des Darmes, der Nieren, der Harnwege usw.). Von beiden Pflanzen sind Winter- und Sommersorten bekannt. Die Sommersorten sind weniger anspruchsvoll an Klima und Boden.

Der *Winterraps* stellt an das *Klima* höhere Ansprüche als Winterweizen. Bei uns eignet sich der Südwesten zum Anbau. Besonders schädlich wirkt auf ihn das wechselnde Erfrieren und Wiederauftauen des Bodens, wenn dieser naß ist. Ist der Boden trocken, so verträgt der Raps Fröste von —15° C gut; bei

[1] Man hat empfohlen, die Baumwollplantagen mit Rizinus zu umpflanzen, indem man ihn in Reihen längs der Grenzen und Rieselgräben anpflanzt; dabei bringt er entweder eine Samenernte, die den Anbau rentabel macht oder er dient als Lockmittel für die Schädlinge der Baumwolle.

[2] Siehe den Literaturnachweis über Rizinus in der Arbeit von Frau Popow: Der Rizinus und sein Anbau in Mittelasien. Angew. Bot. — Ferner Michejew: Die wertvollen Kulturen Aserbeidschans. 1926. — Sazyperow: Der Rizinus. 1928. — Aus der älteren Literatur: Karzew und Nikitinsky: Der Rizinus. 1896. — Helenke und Kling: Rizinusrückstände. Landw. Versuchsstat. 64. — Jahresschrift des Departements für Landwirtschaft von 1908 (Aufsatz: Der Rizinus).

guter Schneedecke sogar solche von —25° C. Auf mit Wasser gesättigtem Boden aber wirken schon Fröste von —7—10° C vernichtend. Stark beschädigt wird der Raps auch durch Fröste im Frühjahr, wenn die Pflanzen schon zu wachsen begonnen haben. Bildet sich eine Eisschicht oder fällt Schnee auf den bereits aufgetauten Acker, so fault der Raps — ähnlich wie das Wintergetreide — aus. Die Ansprüche an die Sommerwärme aber sind nicht besonders hoch, zumal der Raps ziemlich früh reift. Deswegen wird das Gebiet des Rapsbaues hauptsächlich durch den Charakter des Winters und des Frühjahrs bestimmt. Der Winterraps verlangt bindige, nährstoffreiche (oder stark gedüngte) und tiefgründige *Böden* mit durchlässigem Untergrund; überhaupt ist er eine Pflanze der besten Böden.

Eine Mittelernte führt folgende Nährstoffmengen je Hektar aus[1]:

	Stickstoff kg	Asche kg	Kali kg	Kalk kg	Phosphorsäure kg
Raps	162	427	113	99	84
Getreide	100	350	75	25	40

Infolge seines starken Stickstoffbedürfnisses reagiert der Raps gut auf Stallmist, den er infolge seiner kräftigen, dicken, nicht lagernden Stengel sogar in großen Mengen sehr gut verträgt. Raps reagiert auch gut auf Kali und Phosphorsäure und ist dankbar für Kalkgehalt des Bodens und Kalkung. Obgleich der Raps *viel* Nährstoffe verlangt, läßt er doch eine bedeutende Menge der erhaltenen Nährstoffe ungenutzt und bietet dadurch die Möglichkeit, diesen Rest durch die Nachfrucht auszunutzen. Infolgedessen hat der Raps gewöhnlich seinen Platz *in der Brache nach starker Stallmistgabe*. Die Stallmistmenge hängt von den Eigenschaften des Bodens und vom Stallmistreichtum der Wirtschaft ab. Auf guten Böden werden 540 dz/ha gegeben; oft wird aber auch stärker gedüngt. Mitunter wird der Raps auch nach mehrjährigen Futterpflanzen angebaut. Diese Stellung ist für ihn deshalb geeignet, weil die Futtergemische, welche Leguminosen enthalten, den Boden mit Stickstoff anreichern, ihn durch ihre Wurzelreste lockern und von Unkraut säubern. Erfolgt der Schnitt der Futterpflanzen aber nicht früh genug, so ist nicht immer genügend Zeit zur Bodenbearbeitung vorhanden. Je nach dem Klima können auch die Feuchtigkeitsverhältnisse ungünstig sein. Der *Sommerraps* wird gewöhnlich nach Winterung oder Hackfrucht angebaut. Nach Raps können infolge der erwähnten Eigenschaften des Rapses, daß ein erheblicher Teil der gegebenen Nährstoffe der Nachfrucht hinterlassen und der Boden durch die Hackkultur locker gehalten wird, mit Erfolg die wertvollen Wintergetreidearten angebaut werden. Eine solche Folge läßt sich um so mehr durchführen, weil der Raps das Feld frühzeitig räumt und infolgedessen reichlich Zeit zur Verfügung steht, den Boden für die Bestellung der Winterung vorzubereiten. Als Beispiel für eine derartige Fruchtfolge kann man folgende (alte Hohenheimer Fruchtfolge) anführen: Gedüngte Brache — Raps — Weizen — Hackfrucht — Sommerung (Gerste) — 2 Jahre Klee — Sommerung.

Die *Bodenbearbeitung* muß sorgfältig und tief ausgeführt werden; sie muß möglichst alles Unkraut entfernen, weil die kleinen Rapssamen eine gute Vorbereitung verlangen, die jungen, aufgelaufenen Pflänzchen in der ersten Zeit stark unter Unkraut leiden und die Wurzeln recht tief eindringen. Der Raps verlangt eine Bearbeitung zwischen den Reihen und wird daher in der Regel *gedrillt*. Bedeutend seltener und nur bei unvollkommener Kultur wird Breitsaat angewendet. Bei Drillsaat entspricht der Abstand zwischen den Reihen und die Entfernung der Pflanzen in den Reihen ungefähr den entsprechenden Maßen bei der Zuckerrübe, d. h. durchschnittlich 45 × 23 cm, allerdings mit großen Abweichungen in

[1] Siehe J. A. Stebut: Grundlagen des Ackerbaues.

beiden Richtungen; dabei sind im Westen die Entfernungen gewöhnlich größer, bei uns geringer. Die *Aussaatmenge* schwankt stark, je nach der Aussaatmethode, nach der Unkrautreinheit des Bodens und nach der Pflanzenentwicklung. Sind sämtliche Verhältnisse für eine dünne Aussaat günstig, so werden im Westen je Hektar 2 kg ausgesät, aber dies ist das Minimum, von dem aus die Saatmengen bei Drillsaat bis zu 12 kg aufwärts steigen können, bei Breitsaat dagegen bis zu 15 kg und noch mehr. Der Winterraps wird früh gesät, oft im Juli oder Anfang August. Der Raps kann auch verpflanzt werden; dies findet gewöhnlich dann statt, wenn der Raps nach Winterweizen angebaut wird, überhaupt, wenn der Acker zur Bestellzeit noch nicht fertig ist. Anfangs entwickelt sich der Raps schnell, aber trotzdem überflügeln ihn einige Unkräuter, z. B. Hederich. Deshalb wird das Hacken schon im Herbst notwendig. Obgleich der Hederich im Winter auch erfriert, muß man ihn dennoch im Herbst durch Hacken vernichten, weil sonst der schlecht entwickelte Raps im Winter stärker leidet. Gleichzeitig mit der Hacke wird auch vereinzelt; aber dies kann auch bis zum Frühjahr verschoben werden[1].

Manchmal wird außerdem im Herbst auch noch *gehäufelt*, um die Pflanzen vor Frost zu schützen und eine übermäßige Feuchtigkeitsansammlung zu verhindern. Um Kruste und Unkraut zu vernichten, wird im Frühjahr zum zweitenmal gehackt. Der Raps *reift* in verschiedenen Gebieten natürlich zu verschiedenen Zeiten, im allgemeinen aber vor dem Getreide. Die reifenden Samen reichern sich allmählich mit Öl an, sie verlieren Wasser und nehmen die für die Sorte charakteristische braune oder schwarze Farbe an. Außerdem werden sie hart, lösen sich in der Schote und rascheln bei Bewegung der Schoten; die Schoten selbst werden gelb.

Bei Raps kann man 3 Reifestadien unterscheiden: die *Grünreife*, die *technische* (unvollständige) Reife und die *Totreife*. Während der *Grünreife* ist die ganze Pflanze grün. Stengel, Blätter und Schoten sind grün, saftig und elastisch, nur die untersten Blätter fangen an welk und gelb zu werden. Die Samen sind noch grün und scheiden beim Drücken einen milchigen Saft aus. Der Fettgehalt der Samen ist recht unbedeutend. Während der *technischen* Reife, die auf die Grünreife folgt, werden sämtliche Pflanzen zitronengelb. Die Blätter werden braun, welk und fallen ab. Der Stengel trocknet aus, verliert seine Widerstandsfähigkeit und wird innen hohl. Die ganze Pflanze verliert an Masse und sinkt zusammen. Der Pflanzenbestand wird gleichsam gelichtet. Die Schoten werden zitronengelb, sind aber noch weich und platzen nicht; die Samen sitzen in der Schote ziemlich fest und rascheln nicht beim Schütteln. Sie sind hart und völlig entwickelt, haben aber noch nicht die richtige dunkel-kirschrote Farbe. Einige Samen sind rötlich, andere hell gefärbt. Andere wieder gelblich und noch andere schließlich beginnen erst sich am Ansatz zu verfärben. Das ganze Feld zeigt eine goldgelbe Farbe. Der prozentuale Fettgehalt der Samen ist jetzt der höchste. Während der *Totreife* schließlich trocknet die ganze Pflanze ein. Der Stengel wird hohl und gelb, verliert seine Elastizität und bricht beim Biegen. Die Blätter fallen völlig ab. Die Schoten werden gelb und platzen. Beim Schütteln rascheln die Samen in den Schoten stark und rollen durcheinander, sind dunkel-kirschrot gefärbt und zeigen auf ihrer Oberfläche Miniaturverzierungen (Gorbatowsky).

Weil die reifen Schoten leicht aufplatzen und die Samen ausstreuen, muß man sich mit der *Ernte* beeilen und mit der Ernte beginnen, wenn die unteren Schoten reif sind, obgleich man auch weiß, daß die oberen dann noch nicht das ganze sich in ihnen bildende Öl aufgespeichert haben. Die Ernte fällt je nach der Gegend in die Zeit von Mitte Juni bis Mitte Juli. Der geringste Samenverlust erfolgt bei einer Ernte mit der Sichel; aber man kann auch bei vorsichtigem Abmähen mit der Sense (im Tau, morgens oder abends) größere Verluste vermeiden. Das Ausreißen der Pflanzen mit der Wurzel ist weniger üblich. Die abgemähten Pflanzen werden entweder in kleine Garben gebunden (damit sie schneller trocknen), die in Zeilen zusammengesetzt werden oder man läßt sie ungebunden in Reihen liegen. Hier werden sie vorsichtig gewendet (bei Tau), bei gewisser Trockenheit in Wälle und Hocken zusammengezogen usw. Es gibt mehrere *Erntemethoden*, die empfohlen werden, um die Samen vor Ausfall zu schützen, so z. B. die flämische Zusammenlegmethode u. a. m.[2].

Die gleiche Vorsicht muß beim Transport der getrockneten Pflanzen zum Druschplatz beachtet werden; die Wagen werden z. B. mit Tüchern ausgelegt, das Dreschen erfolgt manchmal auch auf dem Felde, unmittelbar nach der Ernte, was in unserem trockenen Klima eher durchführbar ist als im Westen. Die gedroschenen Samen werden wie gewöhnlich mit der Windfege gereinigt und sortiert. Um einen Verlust an Keimfähigkeit zu verhindern, der leicht eintreten kann, wenn die Samen in großen Mengen aufbewahrt werden, sich erwärmen und verschimmeln, muß man die Samen vorher gut trocknen, indem man

[1] Siehe die diesbezüglichen Versuche in der „Jahresschrift der Versuchsinstitute" S. 314. Ferner den Überblick von Gorbatowsky: Über die Rapskultur des Südwestens. Landw. u. Forstw. 167.

[2] Siehe Blomeyer: Kultur der Ölfrüchte usw. Sammlung Chosjain 1901, Nr. 19.

sie z. B. in dünner Schicht an der Sonne ausbreitet. Es empfiehlt sich aber auch, sie in nicht zu dicker Schicht aufzubewahren, damit man sie, falls notwendig, umschaufeln oder auf andere Weise eine Lüftung herstellen kann.

Der Raps hat sehr viel *Schädlinge*. Der *Rost* (Sporidesmium exitiosum oder Pleospora herbarum) schädigt am meisten und stärksten. Er ruft schwarzbraune Flecke auf den Blättern, Stengeln und Schoten hervor, bewirkt Samenausfall vor der Reife und zwingt so manchmal zu einer vorzeitigen Ernte. Ein anderer parasitischer Pilz, der falsche Meltau (Peronospora parasitica) bildet auf den Blättern einen Schimmelbelag, dessen Fäden in das Innere des Gewebes eindringen und verursacht ein Faulen der Pflanzen, Abfallen der Blütenknospen und der Blüten. Von den *Insekten* sind schädlich: die *Erdflöhe* (Psylliodes chrysocephala), welche die jungen Pflanzen stark schädigen, der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus*), ein kleines dunkelgrünes Käferchen, das im Larvenstadium und als Imago die Knospen und Blüten zerstört; die *Raupen von Agrotis segetum* und *Plusia gamma*, der *Engerling* und der *Drahtwurm*, der sich von den Wurzeln ernährt; die *Raupe der Kohlrübenblattwespe* (Athalia spinarum), welche Triebe und Blätter auffrißt; der *Rapsverborgenrüßler* (Centorhynchus sulcicollis) und viele andere (siehe Gorbatowsky).

Der *Sommerraps* wird da gebaut, wo man wegen des harten Winters Winterraps nicht bauen kann oder dann, wenn der Winterraps vernichtet worden ist. Im Vergleich zum Winterraps reift er später und bringt geringere Erträge (wie jede Sommerpflanze im Vergleich mit ihrer Winterform).

Der *Rübsen* (Brassica rapa oleifera). Infolge seiner geringeren Empfindlichkeit gegen Winterkälte und seiner geringeren Ansprüche an den Boden löst der Rübsen in rauhem Klima und auf ungenügend tiefgründigen und reichen Böden den Raps ab. Außerdem wird er mitunter in den Rapsbaugebieten angebaut, um die Arbeitsverteilung während der Bestellung und Ernte günstiger zu gestalten, weil die Rübsenbestellung etwas später und die Ernte etwa 14 Tage früher als beim Raps erfolgt. Der Ertrag ist geringer als derjenige des Rapses. Bearbeitung, Schädlinge usw. sind die gleichen wie beim Raps. Augenblicklich kann der Rübsen infolge des Interesses für Ölfrüchte, die im nördlichen Rußland gedeihen, Beachtung wegen seiner Anspruchslosigkeit an Klima und Boden verdienen. Man darf aber nicht außer acht lassen, daß bei uns die in der Literatur übliche Terminologie häufig mit den tatsächlichen Benennungen nicht übereinstimmt. Nach den Untersuchungen von Batalin, der sich Raps- und Rübsensamen aus den verschiedenen Gouvernements kommen ließ, sie im Petersburger Botanischen Garten aussäte und die Pflanzen bestimmte, hat sich herausgestellt, daß bei uns oft unter dem Namen Raps und teilweise auch Rübsen nicht der richtige Raps und sogar nicht der Rübsen nach westeuropäischen Begriffen angebaut wird, sondern Brassica rapa campestris Koch (Brassica campestris L.), die oft wildwachsend vorkommt und sich vom echten Rübsen durch schwächere Entwicklung unterscheidet; an den Samen sind diese Arten kaum zu unterscheiden. In anderen Gouvernements dagegen (Poltawa, Jekaterinoslaw, Beßarabien) wird unter dem Namen „Raps" die obengenannte Pflanze gebaut und unter dem Namen „Rübsen", Sinapis arvensis L., gewöhnlich mit Beimischung der Samen von Camelina sativa und anderer Kreuzblütler. Der Leindotter ist wildwachsend ein lästiges Unkraut des Leines. Deswegen nimmt Batalin an, daß diese Pflanze infolge Verwendung schlechter Leinsamen in Kultur genommen worden ist, in dem Reinigungsabfälle des Leinsamens ausgesät wurden[1].

7. **Der chinesische Ölrettich** (Raphanus sativus oleiferus Metzg.) ist eine 1jährige Pflanze aus der Familie der Kreuzblütler, eine Abart einer Form des Gartenrettichs (Raphanus sativus rapiferus), mit der er sehr viel Gemeinsames besitzt. Beide haben gefiederte Blätter, weiße und violette Blüten, aufgeblasene lippenförmige Schoten, in deren Parenchym die großen Samen unregelmäßig

[1] Siehe Batalin: Ölfrüchte. — Kinzel: Landw. Versuchsstat. 52. — Zinger: Über die den Lein verunreinigenden Camelina- und Spergulaarten. 1909.

ohne Zwischenwand zerstreut sind. Sie haben anscheinend dieselbe Abstammung; man hat versucht, sie auf die wilde Stammform Raphanus raphanistrum (Hederich) zurückzuführen. Diese unterscheidet sich allerdings von den beiden Kulturformen durch gelbe Blüten und vom Gartenrettich auch noch durch eine dünne Wurzel; aber auf einigen Böden findet man auch Raphanus raphanistrum mit violetten Adern auf den Blättern. Der chinesische Rettich wurde in Europa im Anfang des vorigen Jahrhunderts als Sommerungspflanze eingeführt. Er kann den Raps mit Erfolg ersetzen, weil er im Ertrag nicht hinter diesem zurücksteht, in einigen anderen Punkten ihn sogar übertrifft. Er ist beständiger im Ertrag, wird weniger von Insekten befallen und fällt nicht aus. Er hat aber einen anderen Nachteil. Die Samen sitzen zu fest im Parenchym der Schote und lassen sich schwer ausdreschen. Er ist nicht so frostempfindlich und weniger anspruchsvoll an den Boden, gedeiht auf Sandböden besser als Raps und kann auch auf trockengelegten Moorböden angebaut werden; er ist schließlich nicht so stallmistbedürftig; eher umgekehrt, zu viel Stallmist ruft Lager hervor und zieht Entwicklung und Fruchtbildung in die Länge. Die Vegetationszeit des chinesischen Rettichs beträgt etwa 4—5 Monate. Er verlangt eine sorgfältige Bodenbearbeitung. Infolge der geringen Frostempfindlichkeit wird er früh gesät, etwa 15 kg/ha; die Samen sind größer als diejenigen des Rapses. Die Reife erfolgt ungleichmäßig; aber mit der Ernte braucht man sich nicht zu beeilen, weil die Samen nicht ausfallen, obgleich später ganze Schoten abfallen können. Unter günstigen Verhältnissen bringt der chinesische Rettich 12—15 dz/ha. Der Kuchen steht in der Qualität hinter dem Rapskuchen zurück, weil er mehr Reizstoffe enthält. Der chinesische Rettich kann auch als Futterpflanze angebaut werden; auf schweren Lehmböden, auf denen die Lupine nicht gedeiht, kann er zur Gründüngung verwendet werden (natürlich nur wegen der Ansammlung von organischen Substanzen und Nitraten; die Leguminosen kann er aber nicht ersetzen). In letzter Zeit wird er als Honigpflanze für den Südosten empfohlen[1].

8. Der Leindotter (Camelina sativa Cr.)

ist eine 1jährige Pflanze aus der Familie der Kreuzblütler, die sich von allen vorhergenannten Pflanzen dieser Familie durch birnenförmige Schoten und schmale, verlängerte Blätter unterscheidet. Die kleinen roten, im Wasser schleimig werdenden Samen (ähnlich wie die Leinsamen) sind recht ölhaltig (25—30 %). Das trocknende Öl wird bald bitter und hauptsächlich zu Beleuchtungszwecken, teilweise auch in der Farbenindustrie benutzt. Der etwa 20 % Eiweiß enthaltende Kuchen kann für das Vieh schädlich sein (besonders für tragende Tiere). Der Leindotter tritt als Unkraut auf und ist besonders im Lein unangenehm, weil er in der ersten Entwicklungsperiode vom Lein schwer zu unterscheiden ist. Im Feldanbau wird er als Sommerungspflanze geschätzt, die zum Teil den Sommerraps ersetzt, vor allem der großsamige Leindotter (Camelina sativa glabrata). Er ist gegen Düngung und Boden wenig anspruchsvoll, gedeiht auf leichten, ziemlich armen, sogar auf Sandböden, verlangt aber infolge seiner kleinen Samen eine sorgfältige Bodenbearbeitung. Die Samen werden gewöhnlich breit gesät, 15—18 kg/ha, gedrillt 11—15 kg/ha und flach untergebracht. Pflegearbeiten sind bei Breitsaat gewöhnlich überhaupt nicht üblich; bei Drillsaat wird zwischen den Reihen gehackt. Die Entwicklungsperiode dauert etwa $2^1/_2$—3 Monate. Der Leindotter fällt nicht aus, deswegen macht die Ernte keine Schwierigkeiten. In Deutschland wird der Leindotter manchmal als Stützpflanze zusammen mit Erbsen gesät. Damit diese beiden Pflanzen, die eine ganz ver-

[1] Siehe Shero: Öl- und Honigfrüchte — Senf und chinesischer Rettich. 1923.

schiedene Wachstumsdauer haben, ungefähr gleichzeitig reifen, werden die Erbsen, die eine viel längere Vegetationsperiode besitzen, früher gesät; der Leindotter wird in die bereits aufgelaufenen Erbsen eingesät. Es schadet übrigens nichts, wenn der Leindotter dennoch etwas früher reif wird: er fällt nicht aus[1].

Der Leindotter kann zusammen mit Rübsen und weißem Senf für Nordrußland in knappen Jahren von Interesse sein, wenn die Notwendigkeit besteht, Fett in der eigenen Wirtschaft zu gewinnen.

9. Der Mohn (Papaver somniferum L.)

ist eine 1jährige Pflanze aus der Familie der Papaveraceae, die vor allem in Indien, China, Persien und der Türkei angebaut wird. Seine botanischen Merkmale sind: große Blüten, die Blütenblätter sind weiß mit Übergängen zu violett und rot, am Grunde mit einem dunkleren Flecken, die Narbe ist sitzend, strahlenförmig mit 8—12 Strahlen; die Filamente sind nach oben hin verbreitert; die Frucht ist eine ovale oder runde Kapsel (Mohnkopf) mit im Innern unvollständigen Querwänden, an denen die zahlreichen kleinen, äußerlich netzartigen Samen sitzen. Das Ziel des Anbaues ist entweder die Gewinnung von Öl oder von Opium. Bei mittlerer Zusammensetzung enthalten die Samen:

Fett %	Eiweiß %	Kohlenhydrate %	Rohfaser %	Asche %	Wasser %
40,8	19,5	18,7	5,6	7,2	8,1

Der Ölgehalt kann aber zwischen 30 und 55 % schwanken[2].

Je nach dem Gewinnungsverfahren dient das Öl verschiedenen Zwecken. Das durch kaltes Auspressen gewonnene helle, sehr schmackhafte Öl dient zu Speisezwecken; das durch heißes Pressen dagegen gewonnene, dunklere Öl dient zur Herstellung von Farben und Malerfirnis. Der Mohnkuchen ist reich an verdaulichem Eiweiß.

Der Mohnsaft liefert das *Opium*, das aus den unreifen Köpfen durch einen Schnitt in die Epidermis gewonnen wird. Zunächst stellt es eine dicke Flüssigkeit vor, die nach einiger Zeit hart und braun wird. Seiner Zusammensetzung nach ist das Opium eine komplizierte Mischung von Kohlenhydraten, Eiweiß und anderen Stoffen mit einer Reihe von Alkaloiden, wie: Morphin, Codein, Papaverin, Narkotin u. a. m. Von den Alkaloiden ist das *Morphin* seiner Qualität wie Quantität nach das wichtigste; sein Gehalt schwankt von 10 %, was als Minimum gilt, falls das Opium befriedigend sein soll, bis zu 24 % des Gesamtgewichtes, wobei diese Schwankungen wesentlich von den klimatischen Verhältnissen abhängen. Im stark bewölkten Westen liefert der Mohn weniger Morphin, im Osten und Süden dagegen, wo sonnige Tage vorherrschen, mehr. Deswegen müssen wir bei uns einen höheren Morphingehalt als im Westen, aber einen geringeren als in Indien erwarten.

Nach dem Bau der Kapseln werden die Mohnsorten in 2 Gruppen eingeteilt: 1. *Schüttmohn*, dessen Kapseln sich im Reifezustand oben öffnen, wodurch das bedeutende Ausfallen dieses Mohnes erklärt wird (daher auch der Name) und 2. *Schließmohn* (blinder Mohn) mit Kapseln, die im Reifezustand geschlossen bleiben. In beiden Gruppen unterscheiden sich die Sorten durch Samenfarbe — weißer, grauer, blauer Mohn usw. Als Ölfrucht werden beide Arten angebaut — zur Gewinnung des Opiums dagegen meistens Schließmohn.

Der Mohn zieht kontinentales *Klima* mit einem sonnigen und heißen Sommer vor; ein feuchter und kühler Sommer ist für ihn ungünstig. Man nimmt im allgemeinen an, daß sein Verbreitungsgebiet mit demjenigen des Winterweizens zu-

[1] Näheres über diese Kultur siehe bei Sidorsky: Landw. u. Forstw. 166, 335.

[2] Näheres über die Zusammensetzung der Samen siehe bei Mach: Mohn und Mohnkuchen. Landw. Versuchsstat. 57. — Ferner: Shero: Der Mohn. 1924.

sammenfällt. Diese Erscheinung wird aber in Rußland nicht beobachtet. Hier dringt der Mohn viel weiter nach Osten als der Winterweizen vor, wobei er gerade dort seine besten Eigenschaften erlangt. Wind, Feuchtigkeit während der Blüte und Dürre während des Auflaufens sind schädlich. Der *Boden* braucht nicht übermäßig bindig, sondern muß genügend durchlässig sein. Der Mohn verträgt keinen hohen Stand des Grundwassers. Er gedeiht nicht auf schweren Lehmböden, weil diese dem Auflaufen der Keimlinge Schwierigkeiten bereiten; sogar Sandboden bei genügender Feuchtigkeit und Düngung eignet sich besser. Hackfrüchte, die den Boden locker und unkrautrein hinterlassen, sind die besten Vorfrüchte. Nach gedüngter Winterung hat der Mohn gewöhnlich auch eine gute Stellung. Interessant ist die kombinierte Einsaat von Mohn mit Möhren, durch die man neben der Mohnernte auch noch eine Möhrenernte erzielen kann, die zwei Drittel einer normalen Möhrenernte beträgt (s. im Kapitel über die Möhre). Beim Anbau von Ölmohn wird kein Stallmist angewendet, weil sich sonst zuviel Kraut zum Nachteil der gleichmäßigen Reife entwickelt. Aber an Kali, Phosphorsäure und Kalk stellt der Mohn hohe Ansprüche. So führt er bei einer Ernte von 12 dz Samen und 30 dz Stroh je Hektar folgende Nährstoffmengen aus:

	P_2O_5	K_2O	CaO
	30 kg	70 kg	72 kg
während Roggen bei ähnlicher Ernte:	20,5 kg	35 kg	12 kg

Beim Anbau zur Opiumgewinnung spielt die Stickstoffdüngung eine große Rolle, weil die Versuche von Dietrich ergeben haben, daß sich der Morphingehalt wesentlich je nach der Gabe des einen oder des anderen Düngemittels ändert; Stickstoffgaben z. B. erhöhen den Morphingehalt, vor allem Ammoniaksalze.

Gepflügt wird zu Mohn im Herbst; im Frühjahr begnügt man sich mit einer oberflächlichen Bodenlockerung. Der Mohn wird früh gesät. Die frühe Einsaat wird durch die lange Vegetationsperiode (bis zu 5 Monaten) und durch die Überlegung bedingt, daß eine frühe Saat weniger als eine späte unter Dürre und Erdflöhen leidet. Andererseits ist die frühe Bestellung auch infolge der geringen Empfindlichkeit des Mohnes gegen Frühjahrsfröste gut denkbar. Manchmal erfolgt die Bestellung auch schon im Herbst oder im zeitigen Frühjahr auf den Schnee; aber solche Maßnahmen sind mit bedeutendem Risiko verbunden, weil sich im Frühjahr eine für die jungen Triebe sehr gefährliche Kruste bilden kann. Bei der Aufbewahrung verderben die Mohnsamen leicht und verlieren ihre Keimfähigkeit; deswegen muß man großen Wert auf gutes Saatgut legen. Am besten ist es, gut sortierte und unbedingt auf Keimfähigkeit geprüfte Samen zu verwenden; oft werden schon während der Ernte die besten Kapseln als Saatgut zurückgelegt. Diese werden trocken aufbewahrt und erst im Frühjahr, kurz vor der Bestellung gedroschen. Der Mohn wird entweder breit gesät oder gedrillt. Das Drillen muß als eine Methode, die eine Bearbeitung zwischen den Reihen, auf die der Mohn stark reagiert, zuläßt, vorgezogen werden. Die Aussaatmenge beträgt beim Drillen 2,4—3,2 kg/ha, bei Breitsaat das Doppelte. Um die Aussaat gleichmäßiger ausführen zu können, wird das Saatgut bei Breitsaat oft mit Sand oder Erde vermischt und dadurch eine gleichmäßigere Aussaat ermöglicht; um die Saatmenge zu vergrößern, werden, falls es nötig ist, bei der Drillsaat nicht Sand, sondern Samen desselben Mohnes benutzt, die vorher zur Vernichtung der Keimfähigkeit geröstet wurden. Bei kleinen Anbauflächen im Garten kann die Drillsaat mit der Hand erfolgen, indem man die uralte Methode mit der Flasche anwendet, aus welcher man die Samen durch einen Gänsefederkiel, der durch den Pfropfen führt, in die vom Markeur gezogenen Reihen mit oder ohne Zusatz von Sand laufen läßt. Um die Reihen schon vor dem Auflaufen des Mohnes erkennen zu können, werden den Mohnsamen oft, besonders im Gebiet der Waldböden,

größere Samen irgendeiner anderen schnellwachsenden Frucht beigemischt. Dies wird getan, wenn frühes Hacken nötig ist, sei es, daß sich eine Kruste gebildet hat oder daß das Feld verunkrautet ist. Wegen der zarten Triebe empfiehlt es sich im Westen, die Samen recht flach unterzubringen (0,5—1,5 cm). Zu diesem Zweck genügt die Arbeit einer leichten Walze oder Schleife. Regnet es aber während der Einsaat, so werden die Samen gar nicht zugedeckt. Im Schwarzerdegebiet dagegen wird der Mohn infolge des trockneren Klimas und der besseren Bodenbeschaffenheit auf 3 cm Tiefe gedrillt. Die Pflege des Mohnes besteht in zwei- oder dreimaligem Hacken des Bodens mit der Hand oder mit der Hackmaschine, je nach dem Reihenabstand; ferner im Vereinzeln und Behäufeln, obgleich dies nicht immer notwendig ist. Die Reifemerkmale des Mohnes sind: Gelbwerden der grünen Kapseln, Beweglichkeit der Samen (sie rascheln beim Erschüttern der Kapsel), die für die Sorte charakteristische Färbung der Samen, bei Schüttmohn außerdem die Bildung der Öffnungen an der Kapsel. Der Schließmohn wird vollreif geerntet, die Ernte des Schüttmohnes dagegen beginnt bedeutend früher, wenn sich etwa ein Viertel der Kapseln geöffnet hat. Bei kleinen Anbauflächen erfolgt die Ernte abschnittsweise durch Abschneiden der einzelnen Kapseln und beim Schüttmohn durch Ausschütteln des Kapselinhaltes in einen Sack. Bei großen Anbauflächen erfolgt die Arbeit gleichzeitig; entweder werden nur die Kapseln abgeschnitten oder auch noch ein Teil des Stengels. Werden dagegen die Pflanzen mit den Wurzeln herausgerissen, so werden die Samen beim Drusch durch Sand und Erde verunreinigt. Darauf werden die Pflanzen in Garben gebunden, diese in Hocken zusammengestellt und nach dem Trocknen auf dem Felde entweder mit Flegeln, Walzen oder mit Dreschmaschinen gedroschen; manchmal wird auch die Häckselmaschine benutzt, um die Kapseln des Schließmohnes zu zerstören. Unter günstigen Verhältnissen bringt der Mohn durchschnittlich 10,5—12 dz/ha Samen. Das Mohnstroh ist grob; manchmal auch als Futtermittel direkt schädlich, wenn es unreife Kapseln enthält. Gewöhnlich dient das Mohnstroh als Heizmaterial; dabei bleibt eine kalireiche Asche übrig, die entweder zur Herstellung von Pottasche oder direkt zur Düngung benutzt wird, vor allem zur Kali-, aber auch zur Phosphorsäure- und Kalkdüngung.

Beim Anbau des Mohnes zur *Opiumgewinnung* wird bedeutend früher geerntet, und zwar, wenn die Kapseln zwei Drittel der Größe der reifen Kapseln erreicht haben und eben erst beginnen gelb zu werden. Vor diesem Zeitpunkt ist der Saft nicht genügend dick, später ist zu wenig vorhanden. Mit einem bestimmten Instrument, dessen Schnittseite so eingerichtet ist, daß es nur bis zu einer gewissen Tiefe eindringen und die Kapselwände nicht durchschneiden kann, werden auf den Kapseln ringförmige Schnitte angebracht, oft mehrere auf einer Kapsel. Der aus den Schnitten austretende Saft wird nach $1^1/_2$—2 Stunden dick und später hart. Die hartgewordene Masse wird mit einem stumpfen Messer in Blechgefäße abgekratzt. Hier wird sie geknetet und durcheinandergemengt, bis sie genügend hart und braun wird, worauf sie in Pfannkuchenform geformt, mit Mohnblättern umwickelt wird und in diesem Zustand in den Handel gelangt.

Im Vergleich mit den anderen Ölfrüchten hat der Mohn nicht besonders viel *Schädlinge*. Von den Insekten schädigen am meisten *Läuse* (Aphis papaveris) und die *Mohngallmücke* (Cecidomya papaveris). Die Früchte werden beschädigt durch *Erdflöhe*, welche die jungen Pflanzen befallen, und den *Weißfleckenrüßler* (Ceutorrhynchus macula alba) — ein Käfer, dessen Weibchen die Eier im Fruchtknoten ablegt und dessen Raupe sich von den Samen ernährt. Von den Pilzen schädigen der *falsche Mehltau* (Peronospora arborescens), der Krümmung des Stengels und Weißwerden der Blätter hervorruft, und die *Schwärze* der Kapseln

(Cladosporium herbarum), deren Beschädigungen ein Schwarzwerden der Kapseln verursachen.

Bei uns wird der Mohnbau zur Opiumgewinnung im Siebenflußgebiet betrieben; dort beschäftigen sich vor allem die Dunganen damit (ein mohammedanisches Volk chinesischer Herkunft); Mittelpunkte sind Dscharkent, Prschewalsk und Pischpek. Man trifft dort den Mohn sowohl auf berieselten als auch auf unberieselten Böden, wobei im letzteren Fall das Opium eine bessere Qualität aufweist (offenbar verfügen die Pflanzen in diesem Falle bei geringerem Ertrag über einen relativen Stickstoffüberschuß). Frühjahrsbestellung herrscht vor; man findet aber auch die Herbstbestellung und nimmt allgemein an, daß diese bessere Ergebnisse liefert. Es werden verschiedene Mohnsorten angebaut: mit weißen, roten, violetten und bunten Blütenblättern (weiß mit rosa Rändern). Bei den Eingeborenen gilt nach der Opiumausbeute die bunte Sorte als beste, die violette als schlechteste. Zum Beschneiden der Kapseln benutzt man paarweise zusammengebundene kleine Messer, die durch ein Brettchen getrennt sind (2—2,5 mm dick, damit die Entfernung zwischen den Schnitten konstant bleibt), und die so am Griff befestigt sind, daß die Tiefe des Schnittes eine bestimmte Norm nicht überschreiten kann (etwa ein Drittel der Wandstärke). Die Einschnitte erfolgen gewöhnlich nachmittags (weder bei Wind noch bei Regen); morgens wird das Opium entfernt und nachmittags werden die zweiten Schnitte angebracht, die anders angeordnet sind als die ersten. Das Opium wird mit Hilfe eines besonderen Spachtels entfernt, und zwar so, daß die Epidermis nicht beschädigt wird. Die Unkosten dieser umständlichen Arbeit stellen einen beträchtlichen Teil der Selbstkosten des Opiums dar. Die Zusammensetzung des Opiums aus dem Siebenflußgebiet ist nicht etwa konstant; der Morphiumgehalt hängt wesentlich von den Wachstumsbedingungen des Mohnes ab. So sinkt er z. B. bei ununterbrochenem Mohnbau; steigt beim Anbau ohne Berieselung usw. Deswegen ist es begreiflich, daß man bei der Analyse des „Opiums aus Dscharkent" bald 8,6, bald 10,9 und 17,5 % Morphium findet[1]. Außer Schwankungen auf Grund der Wachstumsbedingungen trifft man auch auf Schwankungen, die durch Beimischungen zur Verfälschung hervorgerufen werden.

b) Pflanzen, deren Samen ätherische Öle enthalten.

In diese Gruppe gehören einige Pflanzen aus der Familie der Umbelliferen, nämlich: Anis, Koriander, Kümmel und Fenchel.

1. Der Anis (Pimpinella anisum)

ist eine 1jährige Pflanze mit einem im Querschnitt runden, verzweigten Stengel, der bis $^1/_2$ m hoch wird. Die Blätter sind im oberen Teil der Pflanze 3spaltig, im mittleren Teil 3fach gefiedert und herzförmig im unteren. Die Früchte, das Ziel des Anbaues, sind eiförmig, an den Seiten etwas eingedrückt. Ihre Farbe ist grau, ihr Geschmack aromatisch-süßlich, je nach dem in der Pflanze von 2,5—3 % enthaltenem ätherischen Öl, das bei der Destillation der zerriebenen Anissamen mit Wasserdampf entsteht; dieses Öl besteht hauptsächlich aus Anethol, $C_6H_4\begin{cases}OCH_3\\C_3H_5\end{cases}$. Das Anisöl wird in der Medizin verwendet, in der Hauptsache aber zur Herstellung von Likör, Schnaps usw., zum Teil finden die Anissamen auch in der Bäckerei unmittelbare Anwendung.

---

[1] Siehe Swirlowsky: Der Mohnbau und die Opiumgewinnung im Siebenflußgebiet. 1917.

Rußland war in Europa der Hauptlieferant für Anissamen; die Verarbeitung erfolgt aber zum größten Teil im Ausland, bei uns nur zum Teil. Im Anisbau nimmt das Gouvernement Woronesch die erste Stelle ein, vor allem die Kreise Walni und Birütscha, obgleich auch hier der Anisbau zur Zeit seiner höchsten Blüte keine 2000 ha je Kreis erreichte. Auch der Kreis Ostrogosh spielt dabei eine Rolle. Ferner tritt der Anisbau in Podolien im Kreis Uschiza, im Gouvernement Kursk in den Kreisen Nowo-Oskol und Korotscha und an einigen Stellen der Gouvernements Charkow, Taurien und Cherson auf. Die Anispreise sind ziemlich hoch: sie schwanken gewöhnlich um 13 RM. je Doppelzentner. In günstigen Jahren betrug die Anisausfuhr 40000 dz[1].

Als Heimat des Anis wird Kleinasien angesehen. Dementsprechend ist er recht wärmeanspruchsvoll. Aber als 1jährige Pflanze findet er in unserem kontinentalen Klima mit seinem heißen Sommer recht günstige Bedingungen, obgleich man dennoch in Südrußland Nordabhänge vermeiden muß, da dort die Belichtung geringer ist und sie der unmittelbaren Wirkung kalter Winde mehr ausgesetzt sind. Der Anis verlangt vor allem während der Blüte warmes, klares Wetter. Regen und kaltes, feuchtes Wetter während dieser Zeit rufen Erkrankungen hervor (Schwarzwerden der Blüten infolge Fäulnis) und die Ernte kann völlig vernichtet werden. Infolge der größeren Feuchtigkeit und Bewölkung in Westeuropa sind die Bedingungen für den Anisbau dort weniger günstig als bei uns, wenn man dieselben Breiten annimmt. Aber andererseits können zu trockene Winde und Dürre während der Blüte den Anis ebenfalls vernichten.

Der Anis ist sehr anspruchsvoll an *Bodenbeschaffenheit* und Unkrautreinheit, ebenfalls an den Nährstoffgehalt. Unsere Schwarzerde ist jedenfalls für ihn ein günstiger Boden. Nährstoffmangel im Boden soll man beim Anis nicht durch Stallmistgaben auszugleichen suchen, weil hierdurch die Ausbildung der Früchte verhindert und eine zu starke Entwicklung der vegetativen Teile verursacht wird. Als beste Stelle in der Fruchtfolge gilt diejenige nach Winterweizen, nach gedüngter Hackfrucht, nach Klee oder auf Neuland, wo dies möglich ist.

Der Boden muß im Herbst bearbeitet werden, im Frühjahr begnügt man sich mit einer Lockerung des während des Winters verkrusteten Bodens. Die *Saat* erfolgt früh; im Gouvernement Woronesch in der ersten Aprilhälfte. Bei uns ist die Breitsaat gewöhnlich üblich, wobei der Acker vorher manchmal geschält wird, um die Aussaat gleichmäßiger durchzuführen. Vorzuziehen ist die Drillsaat mit 30—35 cm Reihenentfernung. Bei uns werden gewöhnlich 11,5—15 kg je Hektar bei Breitsaat gesät; aber eine solche Aussaatmenge kann nur für Drillsaat als normal angesehen werden. Die Anissamen werden etwa 2 cm tief untergebracht.

Die Keimung verläuft sehr langsam; die jungen Pflanzen laufen nach 2—3 Wochen auf; dies ist einer der Gründe für eine frühe Bestellung. Die Unkräuter überflügeln den Anis in der Entwicklung sehr leicht, weswegen man 2—3mal jäten muß. Um die sehr jungen Pflanzen von den ebenfalls jungen Unkräutern unterscheiden zu können, zerreibt man die Blättchen zwischen den Fingern und stellt den charakteristischen Anisgeruch fest. Verunkrautet der Acker noch vor dem Auflaufen des Anis, so wird der Acker manchmal umgebrochen. Bei Drillsaat wird die Unkrautbekämpfung durch die Möglichkeit zu hacken erleichtert. Falls notwendig wird der Anis nachher verzogen.

Die Blüte fällt gewöhnlich in die Mitte Juni, die Ernte Mitte August. Die *Ernte* wird durch die unregelmäßige Reife sowohl der einzelnen Pflanzen als auch der

[1] Siehe Karpow: Der Anis und sein Anbau. 1905.

einzelnen Blütenstände derselben Pflanze erschwert. Gewöhnlich beginnt man mit der Ernte, wenn die mittlere Dolde, die am spätesten reif wird, eine graue Färbung annimmt. Manchmal erfolgt die Ernte abschnittweise. Am häufigsten werden die Pflanzen mit der Hand gerauft und in kleine Garben gebunden, die zum Trocknen entweder in kleine Hocken zusammengestellt oder sofort auf die Tenne gefahren werden. Gedroschen wird in der Regel mit Flegeln, worauf man die Spreu wie üblich entfernt. Der geerntete Anis muß unbedingt vor Regen geschützt werden, weil die Körner sonst dunkel werden und an Wert verlieren.

Der *Anisertrag* schwankt gewöhnlich zwischen 4,5—7,5 dz/ha. Ausnahmsweise hohe Ernten erreichen 15 dz/ha.

Das Anisstroh wird in der Hauptsache verheizt oder als Einstreu verwendet; nur zum Teil dient es als Schaffutter. Ein sehr gutes Futtermittel ist der sog. „Aniskuchen", d. h. Samen, aus denen das ätherische Öl entfernt wurde; er enthält noch 25—30% Fettöl.

2. Der Koriander (Coriandrum sativum L.)

ist ebenfalls eine 1jährige Pflanze mit rosa Blütenblättern, die bei den Randblüten unsymmetrisch entwickelt sind. Der Koriander hat ein schärferes Aroma als der Anis und ist an Licht und Wärme — mit dem Anis verglichen — weniger anspruchsvoll. Der Zweck des Anbaues, die Bodenansprüche, die Kulturmaßnahmen und die Ernte sind fast die gleichen wie bei Anis.

3. Der Kümmel (Carum carvi L.)

ist eine 2jährige Pflanze, die wildwachsend fast überall vorkommt, vor allem auf Wiesen, wo sie als geringe Beimischung sogar gern gesehen wird, als Pflanze, welche Verdauung und Stoffwechsel begünstigt. Der Kümmel wird zur Gewinnung seiner Samen angebaut, die ätherisches Öl (bis zu 6%) enthalten und beim Brotbacken, bei der Herstellung von Käse und einiger Liköre verwendet werden. In Rußland wird er weniger angebaut (hauptsächlich im Kreise Rostow des Gouvernements Jaroslawl). An das Klima ist er anspruchslos. Man weiß, daß der Kümmel im Norden, z. B. in Schweden und Holland mehr ätherisches Öl enthält. Wahrscheinlich hängt dies aber nicht mit dem Klima, sondern mit der guten Auslese und dem sorgfältigen Anbau in den genannten Ländern zusammen. Dem Boden und frischem Stallmist gegenüber verhält sich der Kümmel ebenso wie der Anis. Vollen Samenertrag erhält man erst im zweiten Anbaujahr; manchmal bringt der Kümmel auch im dritten Jahr einen hohen Ertrag, aber dies ist mit einer Ertragsverminderung im zweiten Jahr verbunden und deswegen unerwünscht. Um die Bodenfläche auch im ersten Jahr auszunutzen, wird der Kümmel gewöhnlich unter schnell reifendes Wintergetreide gesät; von den Sommerungen verdient Gerste den Vorzug. Man kann den Kümmel auch durch Verpflanzen vermehren, indem man die Pflanzen ins Feld auspflanzt, sobald die Hauptfrucht abgeerntet ist. Schließlich ist es in einem günstigen Herbst möglich, den Kümmel als Winterung nach der Ernte der Hauptfrucht zu säen. In diesem Falle überwintert der Kümmel bei dem notwendigen Hacken und sogar Behäufeln gut, wächst im Frühjahr schnell und schließt rasch zusammen. Der Kümmel wird gewöhnlich gedrillt. Die Pflege besteht im Hacken und Behäufeln. Wegen der Ausfallgefahr wird der Kümmel oft mit der Sichel vor der vollen Reife geerntet. Wird aber reifer Kümmel geerntet, so ist äußerste Vorsicht geboten. Der geerntete Kümmel wird in Garben gebunden, in denen er getrocknet und

gedroschen wird. Man erhält 9—10,5 dz/ha Samen. Manchmal wird wilder Kümmel gesammelt (Deutschland); aber man erzielt dabei bedeutend geringere Erträge, und die Samen sind kleiner als die Kultursamen.

4. **Der Fenchel** (Foeniculum officinale All., aus der Familie der Umbelliferen) ist (bei mildem Winter) eine mehrjährige Pflanze mit recht hohem Wuchs (1 bis 2 m) und von südlicher Herkunft. Obgleich der Fenchel durch seine klein gefiederten bläulichen Blätter dem Dill (Anethum graveolens) sehr ähnelt, unterscheidet er sich von dessen zusammengedrückten geflügelten Früchten durch seine zylinderförmigen Früchte, die eher den Kümmelsamen ähneln, sich aber auch von diesen durch ihre Größe unterscheiden. An das Klima ist der Fenchel sehr anspruchsvoll. Sogar in Deutschland muß man Maßnahmen gegen die Winterkälte treffen, z. B. durch Bedecken mit Stroh, oder man muß, falls der Fenchel durch Verpflanzen vermehrt wird, die ausgegrabenen 1jährigen Pflanzen in Kellern aufbewahren usw. Seine Kultur ähnelt derjenigen des Kümmels, jedoch kann er länger genutzt werden (bis zu 3 Jahren).

5. **Der schwarze, der Sarepta- und der weiße Senf**
(Brassica nigra Koch, Brassica juncea Czern[1] und Sinapis alba L.),
sämtlich aus der Familie der Kreuzblütler,

sind 1jährige Pflanzen, die teils zur ersten Gruppe der Ölfrüchte gehören, weil sie in ihren Samen viel Fettöl enthalten (Glyzeride), teils zur zweiten Gruppe, weil sie auch das flüchtige „Senföl" enthalten, d. h. eine Verbindung vom Typus $R — N = C S$.

Der schwarze Senf (mit behaarten Stengeln und Blättern und gestielten vierkantigen kurzen Schoten) wird in Rußland wenig angebaut. Er wird zur Gewinnung von Senföl und des „französischen" Senfs kultiviert; aber er liefert auch Fettöl (23—25%). Das Fettöl wird aus den Samen durch Pressung gewonnen, der restliche Senfkuchen dient in gemahlenem Zustand zur Herstellung des Senföles; dazu eignet sich aber nur durch *kaltes* Auspressen hergestellter Kuchen. Der Kuchen wird in Bottichen mit Wasser gerührt, damit er „gärt", d. h. damit das Myrosin (Ferment der Senfsamen) das myrosinsaure Kalium in Senföl, Glykose und schwefelsaures Kalium zerlegt. Daraufhin wird das Senföl mit Wasserdampf destilliert. Der schwarze Senf ist empfindlich gegen Feuchtigkeit und Kälte und wird oft durch Insekten geschädigt; seine kleinen Samen vertragen keine scholligen Böden und die jungen Pflanzen werden durch Unkräuter erstickt. Bei der Ernte fällt er leicht aus und bringt daher sogar bei aller Sorgfalt nur 5,2—6,7 dz Samen je Hektar.

Der Sareptasenf (auch russischer, roter Senf) liefert mehr Fettöl (25—30%) und sehr viel ätherisches Öl und wird zur Herstellung des bekannten „Sareptasenfes" benutzt. Er ist eine glatte (unbehaarte) Pflanze mit grünem Anflug, die Schoten sind fast zylindrisch. Er kommt (nach Batalin) in 2 Varietäten vor, die eine mit gelben, die andere mit braunen Samen (er kommt auch wildwachsend in Südrußland und Sibirien vor); der Name „Sareptasenf" bezieht sich auch auf die braune Abart. Es ist schwer, den Anfang des Sareptasenfbaues festzustellen. Häufig nimmt man an, daß die Samensendung der „freien Wirtschaftsgesellschaft" im 18. Jahrhundert den Anlaß gegeben hat; aber damals wurden Samen des weißen Senfes geschickt, dessen Kultur nicht einschlug. Der Anbau des Sareptasenfes, der auch schon früher vorkam, begann sich in den

[1] Nach Kinzel: Brassica Besseriana. Landw. Versuchsstat. 52.

30er Jahren des 19. Jahrhunderts auszudehnen. Sarepta und Dubowka (später auch Zarizyn) wurden zu Kultur- und Verarbeitungszentren. Die Gesamtsumme an verarbeiteten Samen erreichte vor dem Kriege 50000 dz. 1916 betrug die Senfanbaufläche im Südosten 35000 ha. Das Jahr 1921 bestätigte die Fähigkeit des Senfes, sich dem trockenen Klima des Südostens anzupassen. Während das Getreide vernichtet wurde oder kaum die Aussaatmenge wieder einbrachte, brachte der Senf auf den Wirtschaftsschlägen des Saratower Landwirtschaftlichen Institutes 3,7 dz Samen je Hektar; auf dem Versuchsfeld sogar 6,1 dz[1]. Der Senf ist auch anspruchslos an den Boden; er entwickelt sich sogar auf verunkrautetem Acker gut und unterdrückt das Unkraut und braucht, sofern er breit und nicht zu dünn gesät ist, weder gejätet noch gehackt zu werden, was ihm in den extensiven Verhältnissen des Südostens vor Mais und Sonnenblumen den Vorzug gibt. Außerdem ist der Senf eine honighaltige Pflanze, was für die Bienenzüchter der waldlosen Gebiete von großer Bedeutung ist. Mit Senf kann man umgepflügte Winterungsschläge erneut bestellen; außerdem wird der Senf infolge seiner geringen Aussaatmenge im Südosten dazu benutzt, den Schnee auf dem Acker festzuhalten. Wird etwas Senf in die Winterung eingesät, so blüht er bereits im Herbst, bringt aber keine Samen mehr; nachdem der Senf mit Eintritt der Winterkälte abstirbt, begünstigen seine Stengel die Ansammlung von Schnee, die man im Südosten manchmal anstrebt, um den Feuchtigkeitsvorrat für das nächste Frühjahr zu steigern.

Zu Senf wird im Herbst gepflügt, im Frühjahr folgen Kultivator und Egge. Es wird frühzeitig gesät, weil der Senf wenig wärmebedürftig ist, die frühe Saat aber nicht nur der Dürre sondern auch der Beschädigung durch den Erdfloh besser widersteht. Die Aussaatmenge beträgt bei Breitsaat 11,5—15 kg, bei Drillsaat 8—11,5 kg/ha. Die junge Saat wird geeggt (wobei ein deutsches Sprichwort dem Landwirt empfiehlt, „sich nicht umzusehen"), um den Boden zu lockern, das Unkraut zu bekämpfen und den Senf selbst zu lichten; damit sind die Pflegemaßnahmen für die Verhältnisse des Südostens erledigt.

Die Vegetation des Sareptasenfes dauert etwa 110 Tage. Die Reife erfolgt unregelmäßig. Aus diesem Grunde wartet man das Ausreifen der oberen Schoten nicht ab, damit die Samen aus den unteren Schoten nicht ausfallen. Gemäht wird mit der Sichel oder häufiger mit der Sense mit einem kleinen Rechen, weil dies billiger ist, obgleich das Risiko des Samenausfalles dabei auch größer wird; man ist bestrebt, bei Tau zu mähen. Sind die Reihen abgetrocknet, so werden sie, ohne in Garben gebunden zu werden, mit Forken, ohne die Reihen zu bewegen und die Pflanzen zu wenden, auf Wagen verladen und zum Druschplatz abgefahren. Es ist besser, den Senf mit Dreschmaschinen zu dreschen, damit den Samen keine Erde beigemengt wird. In extensiven Verhältnissen bringt der Senf Erträge von 3—4,5 dz, auf Versuchsfeldern aber sind sie bedeutend höher; offenbar können sie auch unter gewöhnlichen Wirtschaftsverhältnissen durch geringe Verbesserung der Kultur gehoben werden.

Der weiße Senf (Sinapis alba), der in Südeuropa wildwachsend vorkommt, unterscheidet sich vom schwarzen Senf (Brassica nigra), der 4kantige Schoten ausbildet, durch seine behaarten Schoten, die am Ende abgeflacht sind und Schnabelform besitzen und durch elfenbeinfarbene Samen, die im Wasser schleimig werden. Er wird als Futterpflanze, zur Gründüngung und Samengewinnung angebaut. Aus seinen Samen werden der „englische" Senf und *Fettöl* hergestellt; ätherisches Öl ist sehr wenig enthalten und besitzt weniger scharfe Eigenschaften als bei den vorher beschriebenen Arten. An Boden und Klima

[1] Shero: Senf und chinesischer Rettich. 1923.

ist er anspruchslos. In der Fruchtfolge kann er nach Wintergetreide und Hackfrucht angebaut werden. Schlechte Vorfrüchte sind Raps und Rübsen, weil die Schädlinge dieselben sind; dies bezieht sich auf alle Senfarten. Oft ist ein Stoppelfruchtbau mit Senf möglich, wenn nicht zur Samen-, so zur Futtergewinnung. Die Aussaat ist billig — man braucht nur wenig Saatgut. Frischer Stallmist begünstigt eine zu starke Stengelentwicklung zum Nachteil der Samenbildung. Das Futter, das der Senf liefert, ist wäßrig, wird aber vom Vieh gern gefressen (jedenfalls vor der Samenbildung). Der weiße Senf entwickelt sich sehr rasch und wird deswegen auch gern als Gründüngung angebaut. Zum Unterschied vom schwarzen Senf fällt er wenig aus. Er bringt etwa 10,5 dz/ha. Die Kultur ähnelt derjenigen des Rapses und des Rübsens.

Literatur.

Abgesehen von den grundlegenden Handbüchern der speziellen Pflanzenbaulehre kommen zu den früher angeführten Werken von I. A. Stebut und Blomeyer[1] noch folgende:
Batalin: Die russischen Ölpflanzen aus der Familie der Kreuzblütler.
Karpow: Der Anis und sein Anbau. 1905.
Karzew u. Nikitinski: Der Rizinus. 1896.
Michejew: Die wertvollen Kulturen in Aserbeidschan. 1926.
Popow: Der Rizinus und sein Anbau in Mittelasien. Angew. Bot. **16** (1927).
Protopopow: Die Ölfrüchte am Kuban. 1920.
Pustowoit: Der Anbau der Ölsonnenblume am Kuban. 1919.
Saizew: Die Sesamvarietäten, die in Turkestan angebaut werden. Arb. d. turkestan. Zuchtstat. **1924**.
Sazyperow: Der Rizinus. 1927.
— Über die Einteilung der Sonnenblumensorten. Angew. Bot. **1913**.
Solotarew: Der Anbau der Sonnenblume. 1897.
Shero: Der Mohn. 1924.
— Der Senf und der chinesische Rettich. 1923.
Stebut u. Platschek: Über die Sorteneinteilung der Sonnenblume und über ihr Verhalten zu Orobanche. Arb. d. Versuchsstat. Saratow 5 (1917).
Swirlowsky: Der Anbau des Mohns und die Opiumgewinnung im Siebenflußgebiet. 1917.

[1] Das Kapitel über die Ölfrüchte aus dem Buche Blomeyers war seiner Zeit in russischer Sprache in der Zeitschrift „Chosjain" **1901** erschienen.

Dritte Gruppe.

Die Faserpflanzen.

Dieser Gruppe gehören Pflanzen verschiedener Familien an, von denen die einen Material zur Herstellung von Geweben in Form von Bastfasern liefern, die anderen in Form von Härchen, welche die Flugvorrichtungen an den Samen bilden. Zur ersten Gruppe gehören: Der *Lein* (Linum usitatissimum L.) aus der Familie der Linaceae, der *Hanf* (Cannabis sativa L.) aus der Familie der Urticaceae, die *Brennessel* oder der *chinesische Hanf, Rami* (Urtica nivea utilis) aus derselben Familie, *Ketmia* (Hibiscus cannabinus) aus der Familie der Malvaceae, *Apocynum venetum* aus der Familie der Apocynaceae, *Neuseeländer Lein* (Phormium tenax) aus der Familie der Liliaceae, *Corchorus textilis* aus der Familie der Tiliaceae und einige andere südliche Pflanzen. In der zweiten Gruppe tritt als Hauptpflanze die *Baumwolle* auf (Gossypiumarten) aus der Familie der Malvaceae. Die Hauptpflanzen, die zu dieser Gruppe gehören, sind gleichzeitig auch Ölfrüchte. Wir wollen vor allem die wichtigsten Gespinstpflanzen behandeln: *Lein, Hanf* und *Baumwolle*; die übrigen, die bei uns nicht angebaut werden, sollen nur kurze Berücksichtigung finden.

I. Der Lein.

a) Der Leinanbau einst und jetzt. Der russische Flachsbau und seine Bedeutung.

Der *Lein* (Linum usitatissimum aus der Familie der Linaceae) ist eine 1jährige Pflanze, gewöhnlich 30—100 cm hoch, mit einem Stengel, der sich nur im oberen Teil verzweigt, mit wechselständigen schmallanzettlichen Blättern. Die Blüten sind vom strengen Fünfertypus und oben in Form einer lockeren Trugdolde zusammengefaßt; die Kelchblätter sind zugespitzt, die Blütenblätter blau.

Es sind auch Varietäten von Linum usitatissimum mit weißen Blüten bekannt, wobei auch die Samen hell, fast weiß sein können. Außer den Sommerformen gibt es auch noch Winterformen des gewöhnlichen Leines; bei uns halten sie den Winter nicht aus; auch im Westen sind diese Formen wenig verbreitet; sie kommen in Bayern vor. Oft haben sie die Neigung, sich zu verzweigen und besitzen gebogene Stengel. Ihnen ähnlich sind die „kriechenden Leine" in Transkaukasien, unter denen Winterformen vorkommen. Ausdauernder in der Überwinterung ist Linum perenne, der mehrjährige Flachs. Er kann während mehrerer Jahre Erträge bringen; seine Faser ist aber grob und läßt sich schwer von der Holzfaser trennen. Zusammen mit Linum angustifolium austriacum und narbonnense bildet Linum perenne unter den wildwachsenden Varietäten eine Gruppe, die dem Kulturlein Linum usitatissimum am nächsten steht. Linum perenne wächst in Sibirien, im Nordkaukasus und in der Ukraine; nicht selten erreicht er eine beträchtliche Höhe (bis zu 1 m) und bestockt sich stark. Kultiviert erreichen die Stengel 125 cm, sie liefern eine lange Faser, die aber etwas gröber ist als beim gewöhnlichen Lein.

Die Frucht ist eine 5fächrige Kapsel, fast rund (jedes Fach wird durch eine unvollständige Querwand in 2 Halbfächer geteilt). Die Samen sind glänzend, ölig und werden im Wasser schleimig. Der Lein besitzt eine Pfahlwurzel, die nicht

tief in den Boden eindringt; überhaupt ist sein Wurzelsystem nicht stark entwickelt.

Als Heimat des Leins wird Westasien angesehen; der Zeitpunkt seiner Kultivierung aber verliert sich in der fernen Vergangenheit. In den ältesten ägyptischen Denkmäler finden wir schon Beweise seiner Verwendung, Der Lein ist ebenfalls in den sog. Pfahlbauten der Schweiz gefunden worden. Bei den alten Ägyptern, den Hebräern usw. spielte der Lein die Rolle einer wichtigen *Gespinstpflanze*. Aus ihm wurden sowohl dünne Gewebe für die besten Kleidungsstücke (u. a. Priestergewänder) als auch gröbere Stoffe (Segel, Bekleidung der Krieger) hergestellt. Das Mikroskop entdeckt in den Gewändern, in welche die Mumien gehüllt sind, Leinfasern (dabei von hoher Qualität). Die Griechen schätzten ebenfalls die „weißen mit Purpur gefärbten" Gewänder aus Leinfasern. Indessen fand nach PLINIUS die Leinkultur, die schon lange am Nil und im Herzen Asiens blühte, keinen günstigen Boden in den heißen und gebirgigen Gegenden der beiden klassischen Halbinseln. Aber in den feuchten nebligen Ebenen, die von „Barbaren" bewohnt waren, auf dem feuchten Waldboden Nordeuropas entwickelte sie sich mit voller Üppigkeit. Ganz Gallien beschäftigte sich mit der Leinweberei, besonders „die äußersten Bewohner der Erde", die Kelten in den heutigen Niederlanden. Diese „holländische" Leinwand jener Zeit wurde nach dem Süden, nach Italien, ausgeführt. Die Frauen der Germanen fertigten sich ebenfalls „Leinwandstoffe, die rot eingefaßt waren"[1]. Auch die Slawen beschäftigten sich seit altersher mit Flachsbau.

Außer der Fasergewinnung wurde der Lein schon immer — auch heute noch — zur *Samengewinnung* angebaut (als Körnerölfrucht). Je nach den Bedingungen, teils nach den klimatischen, teils nach den wirtschaftlichen Verhältnissen, kann das Schwergewicht dieser Kultur entweder nach der einen oder anderen Seite verschoben werden oder sich zwischen beiden Extremen bewegen. Man kann demnach in der Leinkultur folgende 3 Richtungen unterscheiden: 1. Es wird nur die Faser verwertet, die möglichst dünn und fest ist. Die Ernte erfolgt während des Abblühens; von einer Samengewinnung kann oft keine Rede sein, aber man erhält geringere Erträge einer um so höher zu bewertenden Faser (Brüsseler Spitzen). Eine solche Richtung ist in den Ländern mit gleichmäßigem, feuchtem Klima und intensiver Kultur anzutreffen (Belgien, Holland). 2. Nur die öllieferndn Samen sind der Zweck des Anbaues, die Faser wird nicht verwertet. Diese Richtung ist für die Gebiete mit extensiver Kultur und kontinentalem Klima charakteristisch. Vor langer Zeit wurde diese Kultur auch in Ostdeutschland angetroffen; jetzt aber ist sie dort verschwunden. Sie ist bei uns im Südosten noch verbreitet. 3. Man ist bestrebt, beide Produkte zu gewinnen, sowohl Faser als Samen, wobei sich die Rolle des Haupt- und des Nebenproduktes ändert (je nach den Marktverhältnissen).

In Rußland nahm der Flachsbau rund $1^1/_2$% der gesamten bebauten Fläche ein, wobei drei Viertel der Flachsfläche auf das Gebiet der Waldböden entfiel.

Seit wann der Lein in unserem Waldbodengebiet angebaut wird, ist unmöglich festzustellen[2]. Nach HERODOT wurde der Flachs im europäischen Rußland im 6. Jahrhundert v. Chr. angebaut; die Leingewebe wurden nach dem Orient ausgeführt. Spätere Geschichtschreiber führen den Gebrauch des Leinöls ebenso wie denjenigen der Leinwand für Wäsche und Gewänder, auch für Segel in verschiedenen Teilen unseres späteren Rußland an. Im Tauschhandel wächst

[1] Vgl. HEHN: Kulturpflanzen.

[2] Dem Alter der Kultur entsprechend ist der Name bei den Griechen, Römern, Germanen und Slawen der gleiche: Linon, Linum, Lein (Lyn), Len.

die Bedeutung des Leins neben der Bedeutung der Pelze, des Honigs und des Wachses immer mehr an.

Nowgorod, das im 14. Jahrhundert der Haupthandelspunkt des gesamten Rußland mit dem Westen war (Hansa), war ebenfalls als Hauptleinmarkt bekannt, auf dem die flämischen Kaufleute nicht nur den bodenständigen sondern auch den Wolga- und Wologdalein kauften. Der Fall Nowgorods und Pleskaus und der Anfang der Beziehungen mit England über das weiße Meer verschob später den Ausfuhrweg in der Richtung Wologda—Archangelsk. Im 17. Jahrhundert nahm der Flachsbau außer in dem Gouvernement Wologda auch noch in den Gouvernements Jaroslawl, Kostroma, Wladimir einen bedeutenden Aufschwung. Die Regierung erhob den Tribut in Lein; späterhin begann sie auch selber, für die Verbreitung der Leinkultur und für die Organisation der Webereien Sorge zu tragen. Peter der Grosse errichtete „Leinfabriken" (dies waren in Wirklichkeit „manufactura" im buchstäblichen Sinne des Wortes; er versuchte den Handel mit Lein zu normieren).

Es ist interessant, daß bereits vor Peter dem Grossen Versuche gemacht worden sind, die gesamte Leinfläche zu zählen und feste Leinpreise zu bestimmen. Die Folgen dieser Versuche beschreibt ein Pleskauer Geschichtsschreiber folgendermaßen: „Viel Übel wird verschiedenen Leuten angetan, ähnlich einer Vergewaltigung und Räuberei; das Geld ist schlecht und die Preise sind festgesetzt; der Kauf ist freudlos, in allem herrscht eine große Not und eine unsagbare Feindseligkeit; dem ganzen Lande entstehen daraus Tränen — von keinem kann man etwas kaufen, keinem etwas verkaufen"[1].

Mehr Bedeutung aber hatten für die weitere Entwicklung des Flachsbaues (unter Katharina II.) die von Peter dem Grossen begründeten Beziehungen mit dem Westen.

Damals führte Rußland nicht nur Faser wie jetzt sondern auch Leinwand nach dem Auslande aus. Die Einführung der mechanischen Spinnerei[2] im Westen im 19. Jahrhundert machte der Leinwandausfuhr aus Rußland ein Ende; aber die Ausfuhr an Leinfaser von uns nach dem Auslande ist in fortwährendem Anwachsen begriffen, wie folgende Zahlen zeigen[3]:

1763—1777	146000 dz	1871—1875 . . .	1466000 dz
1812—1814	223400 „	1891—1895 . . .	1908000 „
1846—1850	576000 „	1911—1913 . . .	2612000 „

Vor dem Kriege erzeugte Rußland etwa drei Viertel der gesamten Leinfasermenge der Weltproduktion und war Hauptlieferant dieser Faser auf dem Weltmarkt. Während der Flachsbau ein wichtiger Zweig unserer Wirtschaft war, war er gleichzeitig mit der westeuropäischen Industrie eng verbunden; wie ein empfindliches Barometer gab er in den Preisen die Schwankungen der amerikanischen Baumwolle an.

„Der russische Flachsbau erscheint als ein Teil der riesigen internationalen Wirtschaft. Die Erzeuger und Verbraucher, die Mitglieder dieser Wirtschaft, sind über die ganze Welt verstreut.

Die Faser, die in den Kreisen Sytschew, Myschkin, Ostrow erzeugt wurde, wird oft in die Fabriken von Lille und Belfast verschickt; sie wird als Leinwand in den Geschäften Londons, Paris und New Yorks verkauft. Der russische Leinsamen besät die Felder Hollands und Belgiens; der russische Leinkuchen dient als Futtermittel für das Rassevieh dieser Länder" (Rybnikow)[4].

[1] Siehe Flachswirtschaft im alten Rußland. Landw. u. Forstw. 1874, Nr. 7.

[2] Die Umarbeitung von 16,4 kg Faser verlangt bei einer Arbeit mit Spindel 40 Arbeitstage (je 10 Stunden), die mechanische Spinnerei dagegen nur 1,5 Arbeitstage.

[3] Tschajanow: Russische Flachswirtschaft. 1918.

[4] Status quo ante bellum. Der Krieg aber und die darauffolgenden Ereignisse raubten unserer Flachswirtschaft den ausländischen Markt und riefen einen scharfen Rückgang der Kultur hervor (s. weiter unten).

Indem Rußland 1,5 Mill. Hektar mit Flachs anbaute, nahm es nach der Leinanbaufläche überhaupt die erste Stelle ein. Aber nur die Kultur zur Fasergewinnung brachte ihm diese Erstlingsstelle, die an die Stellung eines Monopollandes erinnerte. So entfielen von der gesamten Leinfläche zur Fasergewinnung in Europa auf Rußland[1] und auf Westeuropa[2]:

	1865—1870	1881	1887	1897	1907	1911
in tausend ha						
Rußland	308	933	909	1231	1176	1150
Westeuropa	753	486	412	273	260	165
Summe	1061	1419	1321	1504	1436	1315
oder in Prozent						
Rußland	29	60	69	82	82	87
Westeuropa	71	34	31	18	18	13

Westeuropa verringerte allmählich den Flachsbau zur Fasergewinnung, indem es diesen Anbau uns überließ, weil wir ein Land mit niedrigen Bodenpreisen und mit niedrigen Arbeitslöhnen sind (Arbeitslosigkeit der Bauern im Winter); wir züchteten und bereiteten das Rohprodukt für seine Fabriken vor.

Es muß bemerkt werden, daß auch Rußland nicht nur für die Ausfuhr arbeitete; es entwickelte auch seine eigene Industrie und nahm vor dem Kriege nach der Zahl der Spindeln unter den Ländern Europas die dritte Stelle ein.

Veränderung der Spindelzahl (in Tausend).

Länder	1880	1890	1900	1912	insgesamt + — %
Irland	1265	1134	1133	925	— 26,7
Frankreich	460	427	472	567	+ 23,0
Rußland	189	270	327	408	+120,0
Deutschland	310	270	296	278	— 10,5
Österreich-Ungarn	380	323	292	297	— 22,0
Belgien	295	308	288	315	+ 7,0

In Prozenten der Spindelzahl der Welt nahmen die Spindeln der russischen Fabriken im Jahre 1868 3,5 %, im Jahre 1912 12,3 % ein.

Indessen war dieses Anwachsen der Industrie lange nicht ausreichend, um der Fasermenge zu entsprechen, die in Rußland gewonnen wurde. Unsere Fabriken verarbeiteten nicht einmal den fünften Teil unserer Ernte, wie dies aus folgenden Vergleichen von Tschajanow[3] ersichtlich ist:

	Normalernte in Mill. dz	In % der Welternte	Fabrikverarbeitung in Mill. dz 1911	In % der Weltverarbeitung	Die Verarbeitung beträgt in % der eigenen Ernte
Rußland	4,2	80,1	0,8	16,0	18,9
Österreich-Ungarn	0,3	6,2	0,53	10,5	160,0
Belgien	0,13	2,5	0,63	12,7	487,0
England	0,11	2,2	1,4	29,4	1288,0
Deutschland	0,16	3,1	0,52	10,5	320,0
Holland	0,10	1,8	0,13	2,6	133,0
Italien	—	—	0,06	1,3	—
Rumänien	0,016	0,3	—	—	0,0
Serbien	0,016	0,3	—	—	0,0
Frankreich	0,19	3,7	0,85	17,0	433,0
Insgesamt	5,222	100,2	4,92	100,0	

[1] 28 Gouvernements des Waldbodengebietes.
[2] Rybnikow: Industrieller Flachsbau. 1915.
[3] Russischer Flachsbau. 1916.

Rußland lieferte vorzugsweise billige Faser, die sowohl in Europa als auch in Amerika zu Geweben verarbeitet wurde. Belgien, Holland und Irland erzeugten dünne, teure Fasersorten, für welche die Konkurrenz der Baumwolle und unseres Leines nicht gefährlich ist (die Erzeugung der billigen Faser hielt sich noch in Australien und in Deutschland; allmählich nahm sie aber ab).

Der russische Lein hielt infolge seiner Billigkeit den Kampf mit der Baumwolle auf dem westeuropäischen Markt gut aus. Die westeuropäische Flachswirtschaft mit Ausnahme der besten Sorten erlag der Baumwolle und dem russischen Lein. Dabei siegte die Baumwolle nicht durch die Billigkeit des Rohmaterials sondern durch die Billigkeit der Verarbeitung infolge der Vollkommenheit und der großen Leistungsfähigkeit der Maschinen.

Weil unser Lein billiger war und unsere Erträge niedriger waren als die westeuropäischen, so gibt der angeführte Vergleich der Flächen allein eine etwas übertriebene Vorstellung über die Rolle Rußlands als die des Lieferanten der Leinfaser.

So sind die Erträge je Hektar (1909—1913) folgende:

	Faser kg	Samen kg		Faser kg	Samen kg
Belgien	1100	560	Holland	580	680
Frankreich	750	470	England	500	—
Ungarn	760	320	Rußland vor dem Kriege	400	320[1]
Österreich	620	460			

Zieht man aber nicht nur die Anbauflächen und die Erträge in Betracht sondern auch die Bewertung dieser Ernten, so ist auch dann der Anteil Rußlands an der Weltproduktion in Form von Leinfaser immer noch riesengroß, und zwar bildete die russische Leinfaser nach der Bewertung etwa zwei Drittel des Wertes der Weltleinernte.

Weil der Lein einen *großen Arbeitsaufwand* zu seiner Bearbeitung verlangt, so war er bei uns immer vorzugsweise in bäuerlichen Wirtschaften anzutreffen. Jedenfalls wurden im Gebiet der Waldböden (Anbau zur Fasergewinnung) nicht weniger als 85 % des Leines auf bäuerlichen Feldstücken und nur etwa 15 % auf Großgrundbesitz gebaut. Offenbar ist die letzte Zahl auch noch übertrieben, da es schwer ist, die Pachtflächen auszuschließen[2].

Für die Bauern war der Lein in den Flachsbaugegenden eine unersetzbare Geldquelle; daher auch der alte Name „Lein — der Ernährer" und die nicht so alten Berichte z. B. aus dem Kreise Grjasowez: „Wir leben nur durch den Lein"; „Mit dem Lein zahlen wir unsere Steuern, mit dem Lein feiern wir unsere Feste" usw.[3]

Nach den Ausmaßen des Faserleinbaues in den verschiedenen Gouvernements gehörte die erste Stelle nach der relativen Größe der Leinfläche immer den alten Zentren: Pleskau, Smolensk, Twer (früher auch noch Livland), darauf folgten die Gouvernements Jaroslaw, Witebsk, Kowno, Kostroma, Wladimir. Nach der absoluten Größe der Saatfläche nahm früher das umfangreiche Gouvernement Wjatka die erste Stelle ein, darauf folgten Pleskau, Smolensk, Twer und Perm. Aber noch vor dem Kriege überflügelte das Gouvernement Smolensk in der allgemeinen Leinfläche das Gouvernement Wjatka, ihm folgte Twer, und heute nimmt das Gouvernement Wjatka die dritte Stelle ein. Diese früheren Veränderungen und der heutige Stand der Leinflächen ist aus folgenden Zahlen ersichtlich:

[1] Lasarkewitsch: Le Lin **1925**, 255.

[2] Rybnikow gibt für das Westgebiet für das Jahr 1916 99 % für die bäuerlichen Betriebe und 1 % für die Gutsbetriebe von der Gesamtanbaufläche von 332000 ha an (Der Leinbau des Westgebietes. 1927).

[3] Gegenwärtiger Stand des Flachsbaues. 1912 (über die „Vernichtung des Flachsbaues" siehe weiter unten).

	1905—1909		1913	1926
	Leinfläche in 1000 ha	dasselbe in % der Sommerung	Leinfläche in 1000 ha	
1. Wjatka	121,2	6,7	128,0	124,3
2. Pleskau	111,7	27,8	112,0	103,0
3. Smolensk	109,2	19,8	148,0	150,9
4. Twer	106,4	22,5	123,3	138,0
5. Perm	55,5	3,0	—	—
6. Kostroma	48,0	10,0	53,4	22,2
7. Jaroslaw	45,3	15,9	41,1	55,9
8. Wladimir	42,2	9,7	45,2	20,1
9. Nishnij-Nowgorod	33,7	5,6	37,4	55,4
10. Wologda	31,2	7,5	29,7	25,7
11. Nowgorod	26,3	6,9	30,3	33,1
12. Kaluga	20,5	5,6	23,5	39,6
13. Moskau	17,9	7,4	22,0	21,6
14. Petersburg	12,4	7,1	11,2	16,5
15. Olonez	23,0	2,7	—	—
16. Archangelsk	4,5	0,9	0,4	1,3
17. Uralgebiet	—	—	—	76,9
18. Weißrußland	109,6	7,5	—	221,3
19. Tscherepowez	—	—	—	16,5
20. Iwanowo-Wosnesensk	—	—	—	23,5
21. Homel	—	—	—	21,6
22. Wotskgebiet	—	—	—	34,5
23. Sewero-Dwinsk	—	—	—	18,3
24. Mariiskgebiet	—	—	—	11,0
25. Karelien	—	—	—	1,4
26. Komigebiet	—	—	—	1,9
Im ganzen europäischen Rußland	1078,3[1]	8,2	1143,9	1115,6

In dieser Tabelle ist der Leinbau Sibiriens nicht mit berücksichtigt. Ferner die mit Öllein bebauten Flächen in der südlichen Hälfte Rußlands, die ungefähr 330000 ha umfassen. Einschließlich dieser Flächen umfaßte der Leinbau der Sowjetunion im Jahre 1926 etwa 1560000 ha.

Die Gesamternte an Flachsfaser betrug in der Vorkriegszeit im europäischen Rußland 3,2—5,0 Mill. dz, was einer Faserernte je Hektar von 3—4,5 dz entspricht; aber nach den Angaben von 1926 wurden 2,7 Millionen dz geerntet oder 2,4 dz/ha.

Als weiter oben die Rede von der Bedeutung der russischen Flachswirtschaft war, war der Flachsanbau zur Fasergewinnung gemeint. Betrachtet man den gesamten Leinanbau (für Samen und Faser), so erhält man andere Verhältnisse. Für die Gesamtanbaufläche besitzen wir folgende Zahlen in Hektar[2]:

Rußland	1423466	Rumänien	33473
Britisch Indien	1356145	Frankreich	27113
Argentinien	1273192	Belgien	20213
Vereinigte Staaten	1025594	Irland	18675
Ungarn	92213		

[1] In diese Summe sind noch folgende Gouvernements einbezogen, die damals zum russischen Kaiserreiche gehörten:

Livland	803000 ha	16,7 %	der Leinanbaufläche
Kurland	169700 „	5,7 %	„ „
Estland	50800 „	3,3 %	„ „
Kowno	49000 „	8,4 %	„ „
Wilna	21200 „	3,8 %	„ „
Grodno	10700 „	2,4 %	„ „

[2] Siehe Rybnikow: Industrieller Flachsbau. 1915.

In dieser Reihe nehmen Argentinien und die Vereinigten Staaten infolge ihres Flachsbaues zur Samengewinnung eine bedeutende Stellung ein; man gewinnt dort mehr Samen als in Rußland, und zwar:

Argentinien	8600000 dz	(31,0 %)
Vereinigte Staaten	7000000 „	(25,3 %)
Rußland	5300000 „	(19,2 %)
Britisch Indien	3100000 „	(11,5 %)
Kanada	2600000 „	(10,0 %)

Der Lein zur Samengewinnung stellt vorläufig eine wandernde Kultur dar. Es ist eine Kultur der „frischen Böden", die schrittweise mit der Kolonisation vorschreitet. So betrug im europäischen Rußland die Fläche des Ölleinbaues im Jahre 1900 etwa 660000 ha im Süden und Südosten; im Jahre 1910 betrug diese Fläche nur 330000 ha. Die Verringerung erfolgte je nach der Verringerung der Möglichkeit, den Lein auf frisch umgebrochenen Böden anzubauen. Es wurde eine Verschiebung der Kultur nach dem Kaukasus, dann nach dem Steppengebiet und nach Kasakstan beobachtet. In gleicher Weise verringern jetzt ebenfalls Britisch Indien und die Vereinigten Staaten ihre Samenleinanbaufläche (1900—1910 von 2860000 ha bis auf 550000 ha insgesamt), Kanada und Argentinien dagegen dehnten ihren Flachsbau zur Samengewinnung in derselben Zeit von 330000 auf 1650000 ha aus. Die Frage der Unterbringung des Samenflachses in einer regelrechten Fruchtfolge einer intensiveren Wirtschaft wird offenbar erst dann auftauchen, wenn diese Kultur alle geeigneten Gegenden der Erdkugel durchwandert haben wird.

Die Kriegs- und Nachkriegsjahre (Periode der Blockade) und die zerstörten Transportwege waren ein schwerer Schlag für den russischen Flachsbau, der hauptsächlich darauf eingestellt ist, Flachs nach dem Auslande auszuführen (ebenfalls für die russische Textilindustrie, die hauptsächlich auf weither eingeführter Baumwolle begründet ist). Die mangelnde Übereinstimmung unserer Industrie mit unserer Landwirtschaft hat sich unter diesen Verhältnissen mit aller Stärke gezeigt.

Es folgen Zahlen[1], welche das Sinken des Flachsbaues charakterisieren (prozentuale Anbaufläche):

Gebiete	1914 %	1915 %	1916 %	1917 %	1918 %	1919 %
Pleskau-Livland	100	93,3	80,3	65,7	49,8	33,5
Smolensk-Twer	100	90,9	82,1	76,6	65,1	47,1
Jaroslawl-Kostroma . . .	100	96,1	94,1	88,6	80,7	62,6
Wjatka-Perm	100	89,0	79,6	61,4	63,0	56,0
Im ganzen Flachs anbauendes Gebiet	100	92,1	83,8	74,6	65,5	50,3[2]

Zu dem Mangel an Absatzmöglichkeiten für den Flachs nach dem Auslande gesellten sich noch zwei Faktoren für die Anbauflächenverringerung, und zwar: einerseits Hungersnot und der dadurch erzwungene Verbrauch der Flachssamen zur Nahrung und andererseits ungünstige, feste Faserpreise.

Z. B. schrieb man 1919 aus dem Kreise Dorogobush: „Der Leinsamen ist gänzlich ausgedroschen und von den Hungernden verzehrt worden; wir hatten und wir haben eine fürchterliche Hungersnot." Aus dem Kreis Sytschewka: „Es hat keinen Sinn mehr, Flachs zu bauen — er ist wertlos." „Es wurde deswegen kein Lein gebaut, weil ein Pud Hafer 300 Rubel kostet, Roggenmehl aber findet man auch nicht für 1000 Rubel." „Wenn wir

[1] Die Veränderung der Anbaufläche. Zentrale Kooperativgenossenschaft der Flachsbauer. Moskau 1919.

[2] Hier ist der Verlust mit eingerechnet worden, der durch die Gebietsabgabe entstanden ist (Baltikum).

wieder Weizenmehl für 2 Rubel erhalten, dann werden wir vielleicht auch wieder anfangen, Flachs zu bauen" (Kreis Krasnocholm). „Die festen Leinpreise bestreiten die Ausgaben nicht" (Kreis Belsk). „Ein Arschin Tuch kostet 200 Rubel. Ein Pud Werg dagegen 20 Rubel; welche Ungerechtigkeit! Vor dem Kriege konnte man 2 Arschin Tuch für ein Pud Werg kaufen" (Sowjetkreis des Gouvernements Wjatka) usw.

Im Jahre 1920 ging die Verringerung noch weiter; man nahm an, daß etwa 30% der früheren Anbaufläche übriggeblieben war.

Zur Zeit dieser Krisis (1919) wurden vom Verfasser folgende Zeilen niedergeschrieben (s. 6. Ausgabe):

Diese vorübergehenden Erscheinungen müssen vorübergehen und der Flachsbau muß bei uns wieder erstehen. Es ist klar, daß, wenn die Grenze und die Wege nach dem Süden geöffnet werden, auch im Norden Brot vorhanden sein wird; es wird sich in Europa wieder eine Nachfrage für Flachs bemerkbar machen; der Flachs wird in hohem Maße wieder nach dem Westen wandern. Wird aber keine Ausfuhr nach dem Westen stattfinden, so wird doch Getreide aus dem Schwarzerdegebiet eingeführt, der Flachs wird doch gebaut und dabei in Rußland selbst in höherem Maße verarbeitet werden (die Baumwolle dagegen weniger) als früher. Verlängert sich schließlich die Periode, während welcher der Norden vom getreidereichen Schwarzerdegebiet abgeschnitten ist, so wird sich der Ackerbau im Norden entwickeln, der Prozentsatz der Ackerfläche wird sich vergrößern, und einen Teil dieser Fläche wird die Bevölkerung dem Flachsbau zuteilen müssen, weil sie sonst keine Kleidung, keine Fette zur Ernährung und keinen Firnis haben wird.

So oder so, jedenfalls wird das Waldbodengebiet Rußlands Flachs anbauen, wobei in kritischen Zeiten eine vernünftige Nutzung des Flachses als Ölfrucht bei äußerstem Fettmangel im Norden die Schärfe der Krisis abschwächen und den Flachsbau vor einem solchen Sinken retten muß, nach welchem die Wiederherstellung des Flachsbaues keine leichte Sache mehr ist. In der Kultur selbst müssen einige Änderungen eingeführt werden, damit sie so wenig wie möglich zu der Ausdehnung des Getreide- und Hackfruchtbaues, die durch die Nährstoffkrisis im Waldbodengebiet hervorgerufen wird, in Widerspruch steht.

Man muß bei einer solchen Vorhersage[1] natürlich zwei Stufen in der Wiederherstellung des Flachsbaues unterscheiden. Der erste Schritt ist die Wiederherstellung des Flachsbaues entsprechend unseren inneren Bedürfnissen; erst der zweite Schritt ist die Wiedereroberung des europäischen Marktes. Vorläufig haben wir natürlich noch nicht einmal den ersten Schritt gelöst (1920), aber es ist trotzdem Zeit, auch an die Fragen der zukünftigen Aufgaben zu denken, weil wir sonst einen derartigen Umbau der westlichen Wirtschaft erleben können, der unsere potenzielle „Leinvaluta" stark bedrohen könnte (1922).

So stellte Deutschland, das früher Flachs und Hanf aus Rußland bezog, während des Krieges diese eingegangenen Kulturen wieder her. Es kann aber natürlich nicht eine derartige Fläche den Gespinstpflanzen zuteilen, die seine Industrie befriedigen könnte, weil jetzt die erste Aufgabe Deutschlands diejenige ist, auf der verringerten Bodenfläche eine derartige Getreideproduktion zu erreichen, welche die Ernährung der Bevölkerung von der Einfuhr aus dem Auslande unabhängig machen könnte. Deswegen richten sich die Blicke Deutschlands wie auch diejenigen anderer Industrieländer nach weniger bevölkerten Gegenden der Erdkugel in der Hoffnung, dort neue Zentren des Flachsbaues als Ersatz für Rußland zu schaffen.

Diese Krisis im russischen Leinbau hat sich auch auf dem westeuropäischen Markt bemerkbar gemacht. Einerseits rief in den Nachkriegsjahren das Fehlen des russischen Leines auf dem Markte eine Ausdehnung der Leinfläche in Europa selbst hervor. Dies zeigen folgende Zahlen (in 1000 ha):

	Frankreich	Holland	Belgien	England	Deutschland
1913	18	13,3	19,8	21,6	16,7
1920	28	21,6	50,7	61,2	56,4

Aber einerseits stand der Arbeitsbedarf des Leinbaues im Widerspruch zu dem Mangel an Arbeitskräften in der Landwirtschaft (Frankreich), andererseits tritt die Wegnahme bedeutender Flächen zum Leinbau in Konflikt mit der Auf-

[1] Die vorangegangenen Zeilen sind im Jahre 1919 geschrieben worden.

gabe einer größtmöglichen Getreideproduktion im eigenen Lande (Deutschland), um von der Getreideeinfuhr unabhängig zu sein. Deswegen begann der Leinbau (und der Hanfbau) in Westeuropa selbst wieder zurückzugehen, je nachdem wie Westeuropa die Möglichkeit fand, Textilrohmaterial aus weniger bevölkerten Gegenden der Erdkugel, die wenigstens zum Teil in dieser Hinsicht das frühere Rußland ersetzen konnten, zu beziehen und vor allem nach der Wiederherstellung der Leinausfuhr aus den baltischen Staaten und aus Sowjetrußland.

Zuerst wurden große Hoffnungen auf Kanada und Marokko gesetzt. In Ägypten zeigte man besonderes Interesse für Leinbau; ebenfalls begannen im Kongo die Belgier und in Westafrika die Engländer Versuche mit Lein unter eigenartigen Verhältnissen anzustellen, in Gegenden, die 2000 m ü. d. M. liegen. In Chile, Argentinien und Uruguay wurden Versuche mit Lein zur Fasergewinnung gemacht (an Stelle des dort üblichen Ölleinbaues). Aber alle diese Versuche führten zu keinerlei größeren Erfolgen und die Textilindustrie begann teilweise den Lein durch andere Faserarten zu ersetzen.

Im Jahre 1921 begann aber die Leinausfuhr aus den baltischen Staaten und aus Polen, seit 1922 erschien auch der russische Lein erneut auf dem europäischen Markt.

Von dieser Zeit an begann auch die Leinfläche Rußlands unter der Einwirkung der neuen Handelspolitik zu wachsen und 1925 erreichte sie den Vorkriegszustand, stellenweise übertraf sie ihn sogar noch:

	1922 ha	1923 ha	1924 ha	1925 ha
Leinfläche	492400	587500	762800	1046000[1]

Diese Zahlen sind mit den Vorkriegszahlen nicht unmittelbar vergleichbar, weil sich die Reichsgrenzen verändert haben[2].

Aber trotz der Wiederherstellung der Leinanbaufläche erreicht unsere Leinausfuhr nicht den früheren Umfang. Die Ursachen hierfür liegen im folgenden: 1. die Nachfrage nach Lein ist in Europa zurückgegangen (in den letzten Jahren verarbeitete die westeuropäische Industrie z. B. 1,8 Mill. dz anstatt 3,6 Mill. vor dem Kriege); 2. Leinausfuhr betreiben jetzt Länder, die früher zu Rußland gehörten (Estland, Lettland, Litauen und Polen). Entsprechend der Verringerung der Leinausfuhr hat sich die Leinmenge, die durch unsere Industrie verarbeitet wird, vergrößert.

b) Die Lein-Sorten. Langfaserleine und Steppenleine. Die Bastfaser und ihre Eigenschaften. Samen, Kuchen, Leinöl.

Unter verschiedenen Kulturrichtungen und unter verschiedenen natürlichen Verhältnissen entwickelt sich der Lein nicht gleichmäßig, wobei sich sowohl die Einwirkung der Sorte als auch diejenige der Umgebung bemerkbar macht.

Die Sorten des gewöhnlich angebauten Flachses gehören zu derjenigen Varietät von Linum usitatissimum, die geschlossene Kapseln besitzt; zum Unterschied von Linum usitatissimum var. crepitans oder humile. Dieser Flachs unterscheidet sich durch kleinen Wuchs, verzweigten Stengel und durch aufspringende Kapseln, weswegen die Samen leicht herausfallen. Jetzt wird diese Form nicht mehr angebaut.

---

[1] Rybnikow: 1927.

[2] Siehe obigen Vergleich der Gouvernements. — Siehe ebenfalls: Der Leinbau in Sowjetrußland und seine Aussichten. Moskau 1926.

Aber auch innerhalb des Begriffes des gewöhnlichen Flachses (L. usit. vulgare) kennen wir verschiedene Formen, und zwar einerseits wenig verzweigte, langstenglige Sorten mit einer geringeren Kapselzahl — Pleskauer Lein, *Langfaserflachs* (Dolgunez). Andererseits kennen wir Formen mit kurzen und dicken Stengeln, mit verzweigten Stengeln, die mehr Kapseln hervorbringen, den sog. *Steppenflachs* (Kudrjasch). Die Langfasersorten werden zur Fasergewinnung angebaut (oder für Faser und Samen). Die Steppensorten dagegen werden zur Samengewinnung kultiviert; dies sind vor allem Ölleinsorten. Außer unseren Steppensorten gibt es auch westeuropäische Sorten; z. B. steht ihnen der sizilianische oder neapolitanische großsamige Lein nahe.

In hohem Maße hängt der kleine Wuchs des Steppenleines und seine reichliche Verzweigung von den Wachstumsverhältnissen (trockener, sonniger Sommer) und den Kulturverhältnissen (dünne Saat) ab. Indessen ist der Unterschied in der Entwicklung bis zu einem gewissen Grade eine Sorteneigentümlichkeit, die vererbt wird und nicht nur eine Folge einer direkten Wirkung der klimatischen und Bodenverhältnisse, wie z. B. die Versuche von Prof. SCHINDLER in Riga zeigten. Er säte Lein gleicher Abstammung auf seinem Versuchsfelde unter gleichen Verhältnissen aus; nach Beendigung der Vegetationsperiode bestimmte er die mittlere Stengellänge, seine Dicke und die Zahl der Verzweigungen für jede Sorte. Im Durchschnitt erhielt er im Laufe von 6 Jahren für den Pleskauer Flachs nebenstehende Zahlen:

	Stengellänge cm	Dicke mm	Zahl der Verzweigungen
Pleskauer Flachs .	94,3	1,784	4,6
Steppenflachs . .	73,2	1,895	6,9[1]

Noch deutlicher zeigte sich dies in den Versuchen von N. A. DIAKONOW auf der Versuchsstation in Pleskau. Bei einer Aussaat unter gleichen Verhältnissen hatte der Pleskauer Lein eine mittlere Länge von 95 cm, während die mittlere Länge für die Steppensorten 52,7 cm betrug. Bei der Bestimmung der Pflanzenzahl, die einerseits nicht verzweigt waren, andererseits eine deutliche Verzweigung (sogar fruchttragende) zeigten, bei denen die Seitenzweige aus den Achseln der Keimblätter (folglich aus dem unteren Teile des Stengels) und den Achseln der Laubblätter am Stengel (bei denen die Seitenzweige nicht zu Ende entwickelt und eingetrocknet waren) hervorgingen, erhielt man folgende Verhältnisse (im Durchschnitt):

	Prozent der unverzweigten Pflanzen	mit eingetrockneten Zweigen %	mit scharf ausgeprägter Verzweigung %
Pleskauer Langfaserlein	30,0	36,1	39,9
Wologda Langfaserlein	70,0	6,6	23,4
Livländer Langfaserlein (Wenden)	57,6	21,1	21,3
Steppensorten	11,4	39,5	49,1

Im allgemeinen kann man sagen, daß, je südlicher der Lein seiner Abstammung nach ist, er um so leichter auch dazu neigt, sich zu verzweigen.

Das Verhältnis zwischen Samengewicht und Stengelgewicht bei den Langfaserflachsen und den Steppensorten ist wie nebenstehend.

	Pleskauer Langfaserlein %	Steppensorten %
Samen in der Garbenleinernte	18,5	27,1
Stroh	87,1	46,5
Spreu	14,4	23,7

[1] Studien über den russischen Lein. Landw. Jb. 1899.

Bei D. L. Rudsinsky (Zuchtstation der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje) hatten im Jahre 1917 unter vollkommen gleichen Aussaatverhältnissen die Langfaserflachse durchschnittlich fünf Verzweigungen im Blütenstand, die Steppensorten dagegen 16,3.

Auf diese Weise erscheinen die Eigentümlichkeiten der Langfaserflachse und der Steppensorten als erblich; sie treten unter gleichen Verhältnissen und in unmittelbarer Nähe voneinander doch immer wieder auf. Die Wachstumsverhältnisse können diese erblichen Merkmale in der betreffenden Generation unterstreichen oder abschwächen, in der weiteren Generation können diese Verhältnisse die Auslese bestimmter Formen begünstigen, wenn eine Mischung ausgesät wird. Jedoch sind die erblichen Eigenschaften der einzelnen Pflanzen (reine Linien) außerordentlich beständig.

Dabei darf man jedoch nicht vergessen, daß beide Gruppen erstens miteinander durch eine Reihe von Übergangsformen verbunden sind, daß zweitens der Flachs eine Pflanze darstellt, die auf die Wachstumsverhältnisse im betreffenden Jahr außerordentlich stark reagiert, was mit der Erblichkeit der Merkmale der verschiedenen Formen nicht das geringste zu tun hat. So zeigt nach den Beobachtungen von D. L. Rudsinsky typischer Pleskauer Langfaserflachs bei einer verhältnismäßig dünnen Saat und bei der Zuteilung einer Fläche von 25 qcm für jede Pflanze eine stärkere Bestockung, als es sogar für den Steppenflachs südlicher Abstammung für charakteristisch gilt. Bei Dichterwerden der Saat oder bei einem Anbau der Pflanzen auf armem Boden entsteht eine wiederholte Stengelbildung weder bei dem einen noch bei dem anderen Lein. Auf Grund der Arbeiten des Instituts für angewandte Botanik kann die heutige *Einteilung und Verbreitung der Leinformen* abgekürzt durch folgendes Schema dargestellt werden:

A. Kleinsamige Leine (Samengröße von 3,3—5 mm)	1. Langfasriger Lein (Waldbodengebiet), 2. Steppenlein (Kudräsch), braunsamig und gelbsamig (Transkaukasien und Mittelasien), 3. Zwischenformen (Zentrales Schwarzerdegebiet, Ukraine, Nordkaukasus, Wolgagebiet, Sibirien), 4. Lagernder Lein (darunter Winterformen) (Kleinasien, Persien, Transkaukasien).
B. Großsamige Leine (Samengröße von 5—6,3 mm)	1. Mittelmeerlein (Nordafrika, Palästina, Cypern, Italien, Sizilien, Spanien), 2. Russischer, großsamiger Lein (Nordkaukasus, Krim, Kasakstan)[1].

Die gewöhnlichen Wirtschaftssorten bestehen indessen aus einer Formenmischung, die in den verschiedenen Gegenden verschieden ist. Sowohl die Langfaserflachse als auch die Steppensorten sind deswegen auch noch innerhalb jeder Gruppe verschiedenartig. So zeigen die Samen verschiedener „Lagen" des gleichen Gouvernements bei einer Aussaat unter völlig gleichen Verhältnissen verschiedene Eigenschaften.

„In der Qualität nimmt unter den Pleskauer Flachssorten der Petschur-Lein die erste Stelle ein." Danach die Leine von Gdow und Ostrow, weil diese Sorten am meisten unverzweigte Pflanzen enthalten. Der Lein von Toropezk weist eine recht bedeutende Verzweigung auf[2].

Nimmt man aber auch die Leinsamen aus irgendeiner beliebigen „Lage", so kann man aus den aus ihnen wachsenden Pflanzen Exemplare mit verschiedener Dicke, verschiedener Länge, verschiedener Zahl von Zweigen und Kapseln auslesen. Weil beim Lein Selbstbestäubung die Regel ist, bringt die einfache Auslese langer

[1] Näheres siehe bei Elladi: Der Lein. Angew. Bot. 1928.

[2] Siehe den 1. Ber. von N. A. Djakonow über die Arbeiten d. Pleskauer Station. Diese Beobachtungen beziehen sich auf Pflanzen, die auf demselben Boden gewachsen waren.

und kurzer Pflanzen ein deutliches Ergebnis im Sinne der Gewinnung einer Nachkommenschaft mit den entsprechenden Eigenschaften.

Diese Ungleichmäßigkeit des gewöhnlichen Saatgutes erleichtert die ersten Schritte der Arbeit des Züchters. Dadurch wird auch die „Ausartung" des Leines bei Übertragung in andere klimatische und Bodenverhältnisse erklärt, die außer einer allgemeinen Wirkung (Verringerung oder Vergrößerung der Länge, der Verzweigung usw.) auch noch eine Auslesewirkung ausüben, d. h. eine Wirkung, die günstig für die Vermehrung der einen Linie und ungünstig für die anderen ist. Infolgedessen ändert sich die prozentuale Zusammensetzung der Mischung (Population), infolgedessen ändert sich auch ihre Durchschnittseigenschaft, wodurch auch der Eindruck einer „Ausartung" der Sorte hervorgerufen wird.

Um Material mit den erwünschten Eigenschaften zu gewinnen, ist sowohl die Auswahl der Sorte als auch die entsprechende Anwendung der Kulturmaßnahmen wichtig. Es ist fernerhin wichtig, festzustellen, welche Ansprüche an die Faser gestellt werden und diese Ansprüche mit der Beschaffenheit der Ernte zu verbinden.

Die *Leinfasern* sind *Bastbündel*, die sich aus sehr langen, spindelförmigen Zellen zusammensetzen, an den Enden zugespitzt sind, eine sehr schmale und enge Höhlung und verdickte Wände besitzen.

Zum Unterschied von den Baumwollfasern, die dünnwandig sind und eine breite Höhlung aufweisen; sie sind außerdem zusammengedreht (die Flachsfasern sind glatt).

Diese Zellen sind zu Bündeln vereint, die den Stengel entlanglaufen und teilweise miteinander anastomosieren. Die Isolierung dieser Bündel, ihre Trennung von den umliegenden Geweben ist das Ziel derjenigen Operationen, aus denen sich die Bearbeitung der Leinstengel zusammensetzt (Rösten, Brechen, Schwingen, Hecheln).

Die *Länge* dieser Elementarfasern (Zellen) beträgt etwa 25—30 mm, die Länge der daraus gebildeten komplizierten Bündel aber ist recht groß und für die verschiedenen Leinsorten und Wachstumsverhältnisse verschieden (von 40—140 cm, je nach der Pflanzenlänge selbst).

Die Eigenschaften der Gewebe, die aus der Flachsfaser gewonnen werden (ihre Festigkeit, Dünne), hängen wesentlich von den Eigenschaften der Bastbündel ab. Sie müssen möglichst lang, gleichmäßig und dünn, aber fest sein. Diese Eigenschaften stehen wieder in Verbindung mit der *Einrichtung des Stengels, der möglichst lang sein, möglichst wenig Verzweigungen haben und diese auch nur möglichst weit nach oben besitzen darf*, weil eine zu große Verzweigung die Zahl der Risse in den Bündeln erhöht und den Fasergewinn bei der Verarbeitung herabsetzt. Die Dünne der Faser hängt sehr von der Kulturmethode und von der Erntezeit ab. Bei sehr früher Ernte wird die Faser recht dünn, elastisch, aber die Ausbeute ist nicht groß; umgekehrt ist zur Zeit der Samenreife der Fasergewinn höher, aber die Qualität sinkt. Sie wird gröber und brüchiger. Je gleichmäßiger das Wachstum erfolgt, je weniger die Regelmäßigkeit der Entwicklung unterbrochen wird, um so höher ist die Ausbeute und die Qualität der Faser.

In *chemischer Hinsicht* ist die Verdickung der Bastfasern des Leines typische Zellulose (Färbung mit Chlorzinkjod, Lösung in Schweitzers Reagens usw.). Dagegen stellen die unversehrten Bastbündel sogar nach dem Rösten keine völlig reine Zellulose dar. So werden nach den Analysen von Prof. SCHAPOSCHNIKOW beim Kochen der wassergerösteten Leinfasern noch 6—7 % Substanzen extrahiert, die den Pektinen nahestehen. Außerdem zeigt die Leinfaser nach dem gewöhnlichen Ausdruck eine gewisse „Öligkeit", was man in der Praxis durch Gefühl feststellt. Dies ist eher die Wirkung einer Summe von Substanzen (darunter auch

wachsartige), die in Äther, Benzin (etwa 3%), in Wein- und Holzspiritus (bis zu 5,5%) löslich sind. Außerdem sind noch Substanzen enthalten, die durch die Wirkung oxydierender Substanzen entfernt, bei der Abtrennung der Rohfaser verwendet und unter dem Namen Lignin zusammengefaßt werden. Auch Asche ist in geringer Menge enthalten (1,1—1,9%).

Bei der Umrechnung auf aschefreie Substanz entsteht für den besten Lein und für den Ausschuß folgender Gehalt der benannten Substanzgruppen (nach SCHAPOSCHNIKOW):

	Zellulose %	Ölsubstanzen %	Pektin-substanzen %	Lignin %
Bester Lein	86,6	2,8	6,8	3,7
Ausschußlein	82,8	1,8	7,9	7,4

Die *Zusammensetzung des Leinsamens* ändert sich je nach den Verhältnissen und nach den Kulturmethoden natürlich stark; als Durchschnitt können jedoch folgende Zahlen angesehen werden:

Wasser %	Eiweiß %	Fett %	N-freie Substanzen %	Rohfaser %	Asche %
7,5	23	35	22	8,8	3,5

Bei anormalen Aufbewahrungsverhältnissen kann der Wassergehalt bis zu 15% steigen. Der Fettgehalt ist in den Leinarten südlicher und östlicher Gegenden mit heißem, sonnigem Sommer höher. So enthält der russische Lein gewöhnlich 33—36% Fett; dagegen der Lein, der aus russischen Samen stammt, aber in Westeuropa aufgewachsen ist, 30—32%. Der Lein Indiens besitzt 38%, Argentiniens 37,6% Fett. In derselben Richtung ändert sich auch die Korngröße:

	Tirol	Rußland		Argentinien	Indien
		Nord	Südost		
Länge . . . . . mm	4,58	4,2	4,5	5,43	5,78
Dicke . . . . . mm	0,72	0,9	1,3	1,27	1,45
1000 Korngewicht . . . . g	3,80	3,9—4,4	4,4—5,7	7,77	8,66

Indessen kann man keine scharfgezogene Grenze zwischen den Gruppen der Langfaserflachse und der Steppensorten nach den Sameneigenschaften wie auch nach den Eigenschaften der Stengel ziehen.

„Nach Größe, Färbung und Form der Samen sind beide Formen nicht völlig zu trennen; die einen wie die anderen ergeben kleine, braune Samen mit einem in gleichem Maße gebogenen Keimende des Samens. Nur in den verhältnismäßig seltenen Fällen, wenn Samen von einer Größe vorliegen, die den Durchschnitt bedeutend überschreitet, kann man mit Bestimmtheit auf die südliche Herkunft dieser Samen schließen und sie zur Gruppe der Steppensorten rechnen. Sehr seltene Formen mit rein kanariengelben Samen können offenbar ebenfalls fehlerlos zu der Gruppe der südlichen Steppenleine gerechnet werden. Diesen großen Samen entsprechen auch große Blüten und Kapseln" (D. L. RUDSINSKY).

Die Leinsamen sind auch, wie die Samen der Ölfrüchte überhaupt, *eiweißreich*. Entfernt man aus dem Leinsamen das Öl (gewöhnlich durch Auspressen), so entstehen die *Ölkuchen*, die noch eiweißreicher sind als die Samen:

Wasser %	Fett %	Eiweiß %	N-freie Substanzen %	Rohfaser %	Asche %
12	9—10	30	31	10	7

Wird das Fett durch Extraktion entfernt, so ist die Entfettung noch vollkommener; aber der Ölkuchen besitzt nicht die Bindigkeit.

Vor dem Kriege wurde der Ölkuchen hauptsächlich nach dem Ausland ausgeführt; ebenso wurde auch Leinsamen ausgeführt. Wirkt die Ausfuhr der Faser (Rohfaser) und der Fette auf die Erschöpfung des Bodens nicht ein, so bedeutet die Ausfuhr von Ölkuchen und Samen eine Ausfuhr an Stickstoff und Phosphorsäure aus unseren Feldern. Für die einführenden Länder aber entsteht ein Vorteil nicht nur vom Standpunkt der Viehzucht aus sondern auch vom Standpunkt der Anreicherung des Bodens mit Stickstoff.

Deswegen litt die Landwirtschaft in Deutschland während des Krieges unter einem „Stickstoffhunger", nicht nur, weil der Salpeter vom Markt verschwunden war sondern auch weil die Einfuhr des russischen Leinkuchen eingestellt war. Die verhältnismäßige Bedeutung der Ausfuhr der Faser und des gepreßten Leinsamens wird durch folgende Zahlen charakterisiert[1]:

	1910	1911	
Leinfaser	147,0 Mill. RM.	184,0 Mill. RM.	(2,4 Mill. dz)
Werg	14,0 „ „	14,0 „ „	(0,3 „ „)
Leinsamen	43,0 „ „	46,0 „ „	(1,6 „ „)
Leinkuchen	31,0 „ „	23,0 „ „	(1,5 „ „)
Leinöl	0,4 „ „	0,4 „ „	(1,5 „ „)

Die gesamte Ausfuhr Rußlands an Ölkuchen (Lein, Hanf, Sonnenblumen, Raps usw.) betrug im Jahre 6,5 Mill. dz.

In der Nachkriegszeit entstand die Frage der Verwertung der Leinsamen und Leinkuchen als Nahrungsmittel.

Einerseits stellt der Verzehr der Samen, der durch die Hungersnot hervorgerufen wurde, eine äußerst anormale Erscheinung dar, die mit einem unproduktiven Verbrauch wertvoller Samenteile und sogar mit einer direkten Gesundheitsschädigung verbunden ist („anstatt Brot essen wir Leinsamen und sind deshalb krank"). Hier entsteht ein unzulässiges Überessen mit Fett, während ein anderer Teil der Bevölkerung unter äußerstem Fettmangel zu leiden hat. Außerdem lassen sich die ganzen Samen schlecht zerkochen und werden schlecht verdaut; sie wirken deshalb auf den Darm anders als die zerkleinerten ein. Andererseits ist ein vernünftiger Gebrauch der Samen zur unmittelbaren Nahrung in geeigneter Menge und geeigneter Form zweifellos wünschenswert in den Zeiten gewesen, als es keinen Sinn hatte, an Tiere das zu verfüttern, was dem Menschen zur Nahrung dienen kann. Nur darf eine solch wertvolle Quelle an Eiweiß und Kohlenhydraten wie der Leinsamen nur einen geringen Teil der täglichen Ration ausmachen, weil der Leinsamen sogar das Fleisch an Eiweißgehalt übertrifft; seinem Fettgehalt aber entspricht es den sehr fetten Hammel- und Schweinefleischsorten. Dies sieht man aus folgendem Vergleich in Prozenten:

	Eiweiß	Fett	Kohlenhydrate	Rohfaser	Kalorien
Leinsamen	23	35	22	8,8	2100[2]
Mittleres Fleisch	21	5	0,5	—	550
Pferdefleisch	18	9	—	—	615
Fettes Hammelfleisch	17	30	—	—	1387
„ Schweinefleisch	14—15	37	—	—	1822

Aber der Rohfasergehalt in den Samen ist viel zu groß, als daß sie ohne Zusatz von rohfaserarmen Stoffen, wie Kartoffeln, zur Nahrung verwendet werden könnten.

Natürlich muß der Leinsamen gut zerkleinert sein und bei der Zubereitung der Speise muß ihm die erforderliche Schmackhaftigkeit beigebracht werden. Dieses ist aber in jedem Haushalt leicht zu erreichen, und zwar genügt es, den Samen ganz leicht anzurösten und dann in der Kaffeemühle zu zermahlen. Dabei entsteht eine lockere, leicht schüttbare Masse[3], die der Einwirkung der Verdauungssäfte eine große Fläche bietet. Dieses Pulver ist eine

[1] Z. Flachsbaues 1914, Nr. 5.

[2] Siehe Slowzow: Die Zusammensetzung der Nahrung. 1919.

[3] Bei stärkerem Druck und Erwärmung beginnt das Öl auszutreten; es entsteht eine bindige Masse. Man kann sich denken, daß sich ein lockeres Pulver besser verdauen läßt als diese ölige Masse.

gute Zugabe zu Kartoffeln[1], zu Brot und zur Grütze. Man kann es leicht in einer Schachtel mit auf Reisen nehmen.

Bei großem Fett- und Eiweißmangel und bei der Eintönigkeit der Nahrung in geschmacklicher Richtung liefern bereits kleine Leinsamenmengen in geeigneter Form nicht nur eine dem Nährstoffgehalt nach wertvolle Zutat, sondern sie wirken auch günstig auf den verschiedenen Geschmack der Nahrung ein. Die angebrannten Substanzen, die beim Rösten der Eiweiß- und Fettmischung entstehen, machen das Produkt schmackhafter als es Leinsamen und Leinöl selbst sind. Zu der Zeit wurde auch der Leinkuchen als Nahrung verwendet, aber ebenfalls zum größten Teil nicht richtig. Einerseits ist es richtig, daß der Leinkuchen mehr Eiweiß enthält als das Fleisch, mehr Kohlenhydrate als die Kartoffel und dennoch noch mehr Fette als im Fleisch und in der Kartoffel. Und obgleich er weniger „Rohfaser" enthält als der Sonnenblumen- und Hanfkuchen, so enthält er doch noch viel zu viel Rohfaser im Vergleich mit dem Brotgetreide (10 % gegen 3 %). Deswegen mußte man den Leinkuchen in geringen Mengen solchen Substanzen zusetzen, die arm an Eiweiß, Fett und Rohfaser sind, d. h. in erster Linie zu Kartoffeln, und durfte den Leinkuchen nicht als Brotersatz betrachten.

Weil in der Kartoffel das Verhältnis der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien Substanzen sehr weit (1 : 10) ist, genügt es, der Kartoffel 10 % Mehl aus gepreßtem Leinsamen (Leinkuchen) hinzuzufügen, damit dieses Verhältnis günstiger wird als im Roggenbrot, wo es ebenfalls 1 : 6 ist. Und zwar nehmen wir 100 g gekochte Kartoffel (geschält) und 10 g gemahlenen gepreßten Leinsamen, so führen wir der Mischung zu:

	Eiweiß[2]	Kohlenhydrate	Fett	Rohfaser	Asche	Wasser
in der Kartoffel	2,0	20,0	0,1	0,6	1,0	75,0
in gepreßten Leinsamen (Leinkuchen)	3,0	3,1	0,1	1,0	0,7	1,5

Das Verhältnis zwischen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Substanzen wird wie 1 : 4,6. Die prozentuale Zusammensetzung der Mischung hängt vom Wasserverlust bei dem darauffolgenden Backen ab. Wird das Backen in Form sehr dünner Pfannkuchen ausgeführt, so kann der Gewichtsverlust 50 % uetragen. Dann steht das Produkt auch nach dem Prozentgehalt an Eiweiß und Kohlenhydraten dem Roggenbrot nahe und dennoch ist das Rohfaserprozent nicht groß.

Jedenfalls muß man die Frage der Verwendung von Leinkuchen zur Nahrung von der gleichen Verwendung der Sonnenblumen- und Hanfkuchen trennen, weil man in den beiden letzteren Fällen auch noch die groben Schalen beseitigen muß. Durch das Mahlen der gepreßten Leinsamen dagegen gewinnt man ein Material, das zur Steigerung des Eiweißgehaltes in eiweißarmen Substanzen beiträgt (vor allem bei der Ernährung mit Kartoffeln).

Das *Leinöl* hat einen charakteristischen Geruch und einen ebensolchen Geschmack. Seine Farbe schwankt zwischen hellgelb bis dunkelbraun (je nach der Herstellungsmethode); es besitzt einen niedrigen Schmelzpunkt[3] und ein recht hohes spezifisches Gewicht (0,930). Mitunter wird es zu Nahrungszwecken gebraucht (Rußland, Ungarn, Thüringen), am häufigsten aber wird es zu technischen Zwecken verwandt. Es ist ein typischer Vertreter der trocknenden Öle, d. h. solcher Öle, die an der Luft infolge Sauerstoffaufnahme hart werden (dieses „Austrocknen" ist mit einer Gewichtszunahme der austrocknenden Ölschicht ver-

---

[1] Weil die Kartoffel nicht nur arm an Fett und Eiweiß sondern auch arm an Rohfaser (ohne Schale 0,6 %) ist, so ist es besonders bequem, ihr gemahlenen Leinsamen hinzuzusetzen, indem man dabei nicht einmal diejenige Rohfasermenge überschreitet, die dem Roggenbrot entspricht (1,1 %). Im allgemeinen unterscheidet sich die Rohfaser des Leinsamens sowohl in chemischer als auch in mechanischer Hinsicht von der Rohfaser der Hanf- und Sonnenblumenschalen wesentlich nach der günstigen Seite hin, abgesehen davon, daß die Rohfasermenge beim Lein außerdem noch bedeutend geringer ist.

[2] Rohprotein.

[3] Das Öl nördlicher Herkunft bleibt bei — 14° bis — 15° flüssig; bei — 25° scheidet es harte Glyzeride aus. Wir besitzen Mitteilungen, daß sich das Leinöl Indiens bereits bei — 8° verdickt, bei — 12° bis — 15° hart wird (Weger).

Der Refraktionskoeffizient des Leinöles beträgt 80—85, die Aufflammtemperatur 260 bis 270° C, die Verbrennungswärme 9379°.

bunden). Deswegen findet das Öl auch die größte Verwendung bei der Herstellung von Malerfirnis und von Ölfarben.

Leinöl enthält nur eine geringe Menge (8 %) fester Fettsäuren in Form von Glyzeriden (Palmitinsäure; Stearinsäure ist nur sehr wenig vertreten). Besonders reich ist es an flüssigen Fettsäuren (ungesättigten), unter denen außer der Oleinsäure mit einer doppelten Bindung eine wichtige Rolle die Linolsäure (mit 2) und die Linolensäure (mit 3 doppelten Bindungen) eine wichtige Rolle spielen. Die letztere, als die am wenigsten gesättigte, ist am fähigsten, sich Sauerstoff und Haloide anzueignen (6 Atome auf ein Molekül; daher die Hexabromidprobe auf die Menge der Linolensäure). Bei Oxydation in alkalischer Lösung ergeben diese ungesättigten Säuren die entsprechenden Oxysäuren (Dioxystearinsäure, Tetraoxy- und Hexaoxystearinsäure). An der Luft aber nehmen die Säuren und ihre Glyzeride unmittelbar Sauerstoff auf, indem sie Ozonide bilden. Als eine Sammelmethode zur Bestimmung des Gehaltes an ungesättigten Säuren im Öl erscheint die Bestimmung der *Jodzahl* geeignet, d. h. die Jodmenge in Gewichtsprozenten, die vom Öl gebunden wird.

Leinöl hat eine sehr hohe Jodzahl (170—180—200). Die Öle nördlicher Herkunft besitzen eine höhere Jodzahl und sind deswegen geeigneter zur Herstellung eines schnell trocknenden Malerfirnis. Wie weit diese Unterschiede bemerkbar sind, zeigen folgende Zahlen für das Leinöl verschiedener Breiten:

Riga	Petersburg	Kalkutta	La-Plata
205	200	188	185

Überhaupt sind die Pflanzenöle um so reicher an ungesättigten Säuren und erstarren um so schwerer, je weiter die Pflanze, aus der dieses Öl gewonnen wird, nach Norden zu angebaut wird. Biologisch ist dies durchaus verständlich; z. B. erscheint das Kakaoöl, das eine sehr niedrige Jodzahl hat und sehr reich an Glyzeriden gesättigter Säuren ist, im Norden als hartes Öl; die Arten aber, die leicht erstarrende Öle liefern, können im Norden nicht existieren. Es ist aber eigenartig, daß für dieselbe Art von Linum usitatissimum für verschiedene Breiten bereits Unterschiede festgestellt werden. Eine Prüfung dieser Zahlen nicht mit Handelsprodukten, sondern mit vollkommen reinem Material, das aus Samen gewonnen wurde, die sicher rein von einer Beimischung von Unkrautfrüchten sind, wäre wünschenswert.

Man könnte annehmen, daß dies Rassenunterschiede wären. Aber die Versuche von S. L. Iwanow (1916) haben gezeigt, daß eine und dieselbe reine Linie des Leines in Moskau ein Öl mit der Jodzahl 181, in Taschkent aber mit 158 liefert. Wir finden in der mehrmals zitierten Arbeit von N. N. Iwanow[1] über die Zusammensetzung der Ölfruchtsamen (1926) folgende Zahlen für die Jodzahl für ein und dasselbe Saatgut (reine Linie):

Nowgorod	Moskau	Saratow	Krasny-Kut	Taschkent
186,8	181,8	177	172,3	162,0

Die Jodzahl benutzt man ebenfalls, um die Reinheit des Leinöles zu beurteilen, weil die anderen Pflanzenöle eine geringere Jodzahl besitzen (und erst recht die tierischen Fette, mit Ausnahme des Tranes, der auch in dieser Beziehung dem Leinöl ähnelt).

Aber aus dem oben Gesagten ist ersichtlich, daß man nur im Fall einer schroffen Abweichung der Jodzahl bestimmte Schlüsse ziehen kann.

Bei Berührung mit Luft nimmt das Leinöl allmählich Sauerstoff auf und bildet eine erhärtende Haut, wobei Jodzahl und Verbrennungswärme sinken, das spezifische Gewicht aber und der Säurekoeffizient steigen. Das feste Oxydationsprodukt, das in Äther unlöslich ist, heißt *Linoxin*. Vergrößert man die Oberfläche und steigert man die Temperatur, so wird die Sauerstoffaufnahme beschleunigt; dies zeigen anschaulich Leinkuchen; erwärmt man Leinkuchen bei 100° C während 6 Stunden, so kann die Fettmenge, die durch Äther extrahiert wird, von 8,0 % auf 3,7 % sinken. Streicht man Leinöl auf eine Platte und läßt man diese an der Luft liegen und wiegt sie nach 8 Tagen, so kann man feststellen, daß das Gewicht um 17 % zugenommen hat („scheinbare Sauerstoffzahl"); „die wahre Sauerstoffzahl" ist noch größer, weil noch flüchtige Oxydationsprodukte entstehen: Kohlensäure, Ameisensäure, Essigsäure. Infolgedessen ist die endgültige Gewichtszunahme geringer als das vorübergehend entstehende Maximum. „Die Eintrocknung" tritt vor dem Erreichen des Gewichtsmaximums ein. Blei- und Manganverbindungen beschleunigen das Austrocknen (Sikkative).

Bei der Sauerstoffaufnahme spielen die Linol- und die Linolensäure die Hauptrolle. Indessen wird hier der Sauerstoff nicht nur an den doppelten Bindungen gebunden, sondern es dringen außerdem noch O-Atome zwischen C und H ein, indem sie Hydroxylgruppen

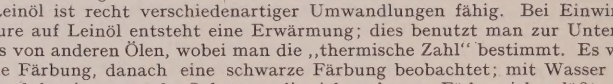
[1] Siehe ebendort über die Arbeiten von Kardaschew, Pigulewsky u. a. in Mitt. d. Literatur.

bilden; die Bildung von Oxysäuren wird als das Ergebnis einer Umgruppierung der anfänglich entstehenden Hyperoxyde angesehen.

Das Kochen des Malerfirnis und das Einblasen von Luft sind Maßnahmen, welche die darauffolgende Härtung bei einer weiteren Sauerstoffaufnahme in der dünnen Farbschicht vorbereiten.

Die Sauerstoffaufnahme des Leinöles ist mit Wärmeabgabe verbunden. Dies zeigt sich mit großer Deutlichkeit, wenn man die Oxydationsoberfläche vergrößert; wenn man z. B. Löschpapier, Wolle oder Seide mit Leinöl durchtränkt und in ein verschlossenes Gefäß bringt,so entsteht Erwärmung. Bei einem gewissen Wärmezufluß von außen aber auch eine Selbstentzündung; daher die zahlreichen Brandkatastrophen in den Fabriken, die bei der Verarbeitung der Fasersubstanzen Öle verwenden. Das frische Leinöl kann bei Aufbewahrung an der Luft (und vor allem Licht) *bitter werden*, wobei außer einer Oxydation auch noch ein hydrolytischer Zerfall in Glyzerin und Fettsäuren erfolgt unter der Einwirkung der Fermente, welche die Schleimsubstanzen (Eiweiß und andersartige), die in das Öl bei der Auspressung gelangen, begleiten. Bei Abstehen in einem geschlossenen Behälter scheiden sich diese Substanzen aus, deswegen wird „abgestandenes" Leinöl höher bewertet (vom Standpunkt der technischen Verwendung als „Rohöl").

Andere Veränderungen entstehen, wenn man Leinöl ohne Luftzutritt erwärmt. Ein derartiges Kochen in einem geschlossenen Kessel bis zum Dickwerden wurde schon längst zur Herstellung von Typographenfirnis angewandt, der nicht so fest werden darf, daß man ihn nicht mehr vom Metall abwaschen kann. Bei 130° C fängt ein „Kochen" an, es scheiden sich Spuren von Wasser aus, das im Öl enthalten war. Zur Verdickung muß man aber bei 250—270° C kochen; in der Praxis werden an Stelle von Thermometern Vogelfedern gebraucht; man beobachtet, ob der Federbart verbrannt ist. Solches verdicktes Öl besitzt ein erhöhtes spezifisches Gewicht und eine stark verringerte Jod- und Hexobromidzahl. Nicht selten werden diese Produkte als „polymerisierte Öle" bezeichnet, und man nimmt an, daß in ihnen die doppelten Bindungen in Ringverbindungen übergehen, bei einem Zusammenschmelzen der Moleküle der Linolensäure, und zwar:



was wesentlich die Eigenschaften des Leinöles verändert.

Das Leinöl ist recht verschiedenartiger Umwandlungen fähig. Bei Einwirkung von Schwefelsäure auf Leinöl entsteht eine Erwärmung; dies benutzt man zur Unterscheidung des Leinöles von anderen Ölen, wobei man die „thermische Zahl" bestimmt. Es wird zuerst eine violette Färbung, danach eine schwarze Färbung beobachtet; mit Wasser ergibt das Reaktionsprodukt eine amorphe Substanz, die sich zu langen Fäden ziehen läßt. Salpetrige Säure ruft eine Veränderung der Struktur der Oleinsäure hervor (Elaidinprobe); Salpetersäure bewirkt bei Erwärmung die Bildung einer braunen elastischen kautschukähnlichen Masse. Außerdem können die nitrierten Öle eine homologe Masse mit nitrierter Rohfaser, ähnlich dem Ebonit, ergeben.

Bei Erwärmen mit Schwefel nimmt das Öl bis zu 10 % S auf, ähnlich, wie der Sauerstoff aufgenommen wird; das Öl verwandelt sich dabei in einen festen Körper, der als ein Kautschuksurrogat Verwendung findet; noch energischer erfolgt die Reaktion mit Schwefelchlorid. Bei Einwirkung von Wasserstoff (in Gegenwart von kolloidalem Palladium) unterliegt das Leinöl einer Hydrierung (Wasserstoffaufnahme) und bildet eine weiße Masse, die aus Glyzeriden fester gesättigter Säuren besteht (Schmalz). Unter Laugeneinwirkung ergibt das Leinöl wie auch andere Öle Glyzerin und Seifen (alkalische Salze der Fettsäuren). Die Natronseifen können aus der Lösung durch Salzung gefällt werden; die Kaliseifen aber kann man nicht mit NaCl aussalzen, es tritt sofortige Zersetzung ein.

Eine ebensolche Verseifung (Spaltung) wird ohne Lauge mit Hilfe eines Fermentes (Lipase) erreicht, wobei freie Säuren und Glyzerin entstehen („Leinöl"säuren finden in der Technik Anwendung).

Wird das „Durchblasen" des Leinöles längere Zeit fortgesetzt, so wird das Leinöl hart und dient als Material zur Gewinnung des Linoleums. Solches hartes Leinöl ist schwerer als Wasser, es ist in Äther und in anderen Fettlösungsmitteln unlöslich; seine Jodzahl ist stark herabgesetzt (50—55). In der Technik verfährt man zur Herstellung des Linoleums auf zweierlei Weise. Entweder man bläst so lange Luft in das erwärmte Öl hinein, bis es mit Sauerstoff gesättigt ist; dann verwandelt es sich in eine bindige Flüssigkeit, die sich bei Abkühlung verhärtet. Indem diese Flüssigkeit mit Korkspänen (und anderen Substanzen) vermischt wird, wird diese Masse in einer Schicht auf ein Rupfengewebe aufgetragen. Oder man läßt das durchgekochte Öl über ein Gewebe herablaufen, das vom Dach eines hohen Hauses herabhängt. Die herunterrieselnde Flüssigkeit wird wieder nach oben gepumpt. So wird eine Schicht nach der anderen im Laufe mehrerer Wochen aufgetragen; die verhärtete Masse bildet schließlich eine Schicht von einem halben Zoll Dicke.

c) Die Ansprüche des Leines an Klima und Boden. Fruchtfolge; Düngung; Bodenbearbeitung; Saatgut; Zeit und Dichte der Saat. Die Pflege des Leines. Tierische und pflanzliche Schädlinge.

Das Klima übt eine wesentliche Wirkung auf die Entwicklung der Leinpflanze aus, obgleich ihre Ansprüche nicht so hoch sind. Bei einer kurzen Vegetationsperiode begnügt sich der Lein mit einem verhältnismäßig kurzen nördlichen Sommer. Die Entwicklung der Pflanze kann innerhalb von $3^1/_2$—4 (sogar von 3) Monaten beendigt sein, weswegen es auch dieser Kultur möglich ist, nach Norden bis zum 62.—63. Breitengrad vorzudringen. Allerdings reifen im Norden die Samen nicht immer normal aus, weil sie durch Augustfröste in der Entwicklung zurückgehalten werden. Ist aber die Fasergewinnung das Ziel des Anbaues, so kann dieser Umstand nur dazu zwingen, Saatgut käuflich zu beziehen, nicht aber auf den Flachsbau zu verzichten; zum Ausreifen der Samen wird eine mittlere Tagestemperatursumme im Laufe der Vegetationsperiode von 1450° C als erforderlich angesehen. Andererseits ist bekannt, daß der Flachsbau auch weit nach Süden vordringt: Indien, Ägypten sind die Länder des ältesten Flachsbaues. Infolgedessen kann also der Lein recht verschiedene klimatische Verhältnisse vertragen. Es wird indessen angenommen, daß der Lein ein gleichmäßiges feuchtes Klima ohne große Schwankungen in der Temperatur und in der Bodenfeuchtigkeit zur Erlangung bester Faserqualität verlangt. Feuchte Luft, häufige, leichte Regenniederschläge, häufiger Tau, gemäßigte Temperatur charakterisieren den Sommer der Faserleingegenden; deswegen erzeugen die Küstenländer, wie das nördliche Deutschland, Holland, Belgien, Nordfrankreich, England, Irland usw. die besten Leinsorten. Man nimmt an, daß schroffe Temperaturunterschiede dadurch, daß sie eine Unterbrechung des Wachstums hervorrufen, eine Neigung des Leines zur Verzweigung herbeiführen; ebensolche Unterbrechungen des Wachstums werden auch durch Dürre hervorgerufen. Deswegen kann das kontinentale Klima nicht die besten Leinsorten erzeugen. Infolgedessen herrschen in Rußland für die nordwestlichen Gouvernements für den Flachsbau zur Fasergewinnung bessere Verhältnisse; es sei indessen bemerkt, daß z. B. das Gouvernement Jaroslawl trotzdem einen guten Lein liefert. Im allgemeinen liegt das Gebiet des Flachsbaues nördlich der Juli-Isotherme von + 19,5° C.

Die spezielle Untersuchung des Klimas der leinbauenden Gebiete hat gezeigt, daß bei gleichmäßiger Verteilung der Niederschlagsmenge die Qualität der Faser mit dem Sinken der mittleren Temperatur im Mai, Juni und August steigt. Was die Niederschlagsverteilung anlangt, so ist die Wirkung der Niederschläge bei den verschiedenen mittleren Temperaturen der Vegetationsperiode verschieden[1].

Zur *Erzeugung ölreicher Samen* ist dagegen viel Wärme und Licht und weniger Feuchtigkeit erforderlich; die Verzweigung des Stengels ist hier wünschenswert. Deswegen befriedigt unser heißer, sonniger Sommer der südöstlichen Gouvernements diese Bedürfnisse am besten. Aber die Anbaumethode (dünne Aussaat) und das Vorhandensein jungfräulichen Bodens erlauben in noch höherem Maße, die klimatischen Verhältnisse in der bezeichneten Richtung auszunutzen.

Vom Boden verlangt der Lein eine gewisse *Fruchtbarkeit, Unkrautreinheit* und *genügende Feuchtigkeit* (vor allem, wenn die Rede vom Anbau zur Fasergewinnung ist). Indessen ist die Auswahl des Bodens für den Lein sehr groß. Er kann auf recht verschiedenen Böden gebaut werden; nur die äußersten Extreme nach der einen oder der anderen Seite vom Normalboden können den

[1] Siehe Lebedew und Ewert: Die geographische Verteilung der Leingebiete im Zusammenhang mit der Temperatur und den Niederschlägen der Vegetationsperiode. Angew. Bot. 1928.

Flachsbau erschweren oder ihn unmöglich machen. So kann er auf zu schweren Lehmböden, die sich durch zu große Wasserkapazität auszeichnen, unter Luftmangel im Boden leiden und unter dem Befall von Pilzen, welche die Faserqualität verderben; bei einer Krustenbildung im Frühjahr laufen die Pflanzen schlecht auf. Zum Flachsbau noch ungeeigneter sind aber Böden, die zum Verschlämmen neigen. Anderseits sind zu leichte Sandböden gewöhnlich wegen ihrer Armut und Trockenheit wenig geeignet. In feuchtem Klima aber und bei der erforderlichen Düngung können sie mit Erfolg mit Lein bebaut werden (Nordwesteuropa). Kalkböden werden als ungeeignet angesehen, weil sie eine brüchige Faser liefern. Dies kann sowohl vom Kalküberfluß als auch von der Trockenheit solcher Böden herrühren. Am geeignetsten sind Böden mittlerer Bindigkeit, ohne Neigung zum Verschlämmen, solche Böden, die genügende Mengen an Stickstoff, Kalk, Kali und Phosphorsäure in leicht aufnehmbarer Form enthalten.

„Beim Vergleich des Kartogramms der Verbreitung der Leinanbauflächen mit der Bodenkarte Rußlands fällt uns am meisten der Umstand auf, daß der Anbau des Langfaserflachses in denjenigen Gebieten ausgedehnt ist, in denen die hellgrauen und humushaltigen ausgelaugten sandigen Lehmböden[1] und ebenfalls humose ausgelaugte lehmige Sandböden vorherrschen. In Gegenden, in denen in diese Böden Sandschichten oder umgekehrt schwere Lehmböden oder Moorböden eindringen, hört die Leinkultur auf. Deswegen ist der Flachsbau an den Küsten der Ostsee und am Flußlauf der Düna, wo Sandböden vorherrschen, entweder gar nicht oder nur in geringer Ausdehnung vertreten. Durch denselben Umstand kann auch die geringe Entwicklung des Leinbaues in der Mehrzahl der nordwestlichen Gouvernements und in den südöstlichen Teilen der Gouvernements Kaluga und Moskau, desgleichen wie im Südwesten des Gouvernements Wladimir erklärt werden. In der östlichen Hälfte des Seengebietes steht der Entwicklung des Flachsbaues hauptsächlich das starke Vorhandensein von Torfmooren im Wege. Dieselbe Erscheinung wird auch in den nördlichen Gouvernements beobachtet. In diesen herrschen, wenigstens im Nordosten, schwere Lehmböden vor, die ebenfalls für den Leinanbau wenig geeignet sind[2].

Der *Verbrauch an Mineralstoffen* durch den Lein wird für bedeutend höher angesehen als derjenige durch die Getreidearten. Indessen zeichnen sich die vorhandenen Ergebnisse durch bedeutende Abweichungen voneinander aus[3]. Nach Lierke entnehmen die Ernten:

	Bei einem Ertrag an		N	P_2O_5	K_2O
	Korn dz	Stroh dz	kg	kg	kg
von Lein	6	45	90	28	57
„ Getreide . . .	21	50	63	32	57
„ Kartoffeln . .	250	Knollen	96	44	154

Nach anderen Ergebnissen aber wird der Stickstoffverbrauch des Leines niedriger bewertet[4], der Kaliverbrauch aber höher. Weil aber außer allem anderen die Aufnahmefähigkeit des Wurzelsystems des Leines nach allgemeiner

[1] Die größte Verbreitung des Leinbaues in dem Smolensk-Twer-Gebiet zeigt sich in den Kreisen, wo die geeigneten Bodenverhältnisse (Verbreitung sandiger Lehmböden) mit größter Feuchtigkeit (650 mm Niederschläge) bei Vorhandensein der erforderlichen Betriebsmittel zusammenfallen. Siehe eine Reihe von charakteristischen Kartogrammen im Buche von Rybnikow: Der Leinbau im Westgebiet. 1927.

[2] Die gegenwärtige Lage des Leinbaues. 1912.

[3] Siehe den Vergleich der Analysen bei Stebut und Kossow: Vorlesungen über den Lein. 1878.

[4] Siehe Ferle: Flachsbau.

Ansicht nicht groß ist, so ist es begreiflich, daß der Lein verhältnismäßig anspruchsvoll ist an einen erforderlichen Vorrat aufnehmbarer Nährstoffe im Boden, desgleichen an eine gute Verteilung derselben.

Indessen ist der Nährstoffverbrauch durch den Lein bei der bei uns üblichen Ertragshöhe nicht so groß, um damit die sich festgesetzte (dabei bei uns mehr als im Auslande) Meinung über den Lein als eine den Boden erschöpfende Pflanze zu erklären. Um dies zu erklären, werden noch folgende Umstände angeführt: 1. Da sich der Lein durch eine geringe Aufnahmefähigkeit seines Wurzelsystems auszeichnet, entzieht er dem Boden gerade die leichter löslichen Stoffe. 2. Weil er gerauft wird, läßt er wenig Wurzelreste zum Nutzen der nachfolgenden Pflanzen zurück. 3. Hauptsächlich der Versuch zeigt, daß die Leinkultur nicht nur nicht ohne Unterbrechung auf derselben Stelle wiederkehren darf, sondern auch, daß die Zeiträume zwischen ihrer Wiederkehr auf demselben Schlage nicht zu klein sein dürfen: zwischen 6 und 9 Jahren, je nach den Bodeneigenschaften und der Düngung.

So wird in Holland in der Provinz Groningen der Flachs nach 7—10 Jahren, in Friesland nach 7—12 Jahren, in Seeland nach 7—8 Jahren, in Ostflandern nach 5—10 Jahren wieder auf derselben Stelle angebaut. „Wer den Flachs öfter hintereinander bauen wollte, als unter den betreffenden Verhältnissen üblich ist, der würde sein Feld für lange Zeit zum Flachsbau untauglich machen. Das ist dasselbe, als ein Huhn schlachten, das goldene Eier legt."[1]

In früheren Zeiten, als man die Mineraldüngung noch nicht kannte, existierte in Belgien ein Sprichwort: „Niemand darf den gefiederten Lein zweimal in seinem Leben auf demselben Felde sehen." Der gefiederte Lein (s. weiter unten) wird sehr dicht gesät; deswegen wird bei ihm eine größere Bodenerschöpfung beobachtet als bei der gewöhnlichen Leinsaat.

Nicht nur für sich selbst, sondern auch für andere Pflanzen wird der Lein in Rußland als keine gute Vorfrucht angesehen. Die Ursachen dieses Umstandes sind noch nicht genügend geklärt. Oft wird hier außer auf chemische und physikalische Ursachen auch noch auf irgendwelche ungünstige biologische Faktoren hingewiesen. Es muß aber bemerkt werden, daß, je höher die Kultur ist und je reicher gedüngt wird, um so unschädlicher auch die häufigere Wiederkehr des Leines auf den alten Platz ist (Belgien). 4. Die Hauptursache aber, welche die Landwirte dazu zwingt, den Lein als eine den Boden erschöpfende Pflanze anzusehen, besteht darin, daß der Lein, indem er ein Nährstoffzehrer ist, nicht gleichzeitig auch als „Stallmistbildner" erscheint; sein Stroh hat eine andere Verwendung. Deswegen wird bei übertriebenem Flachsbau die Hafer- und Grasfläche so stark verringert, daß die Wirtschaft unter Mangel an Futtermitteln und Stallmist zu leiden beginnt. Die Krisis, die durch einen Fehler in der Betriebsorganisation hervorgerufen wird, sucht man in diesem Falle dadurch zu erklären, „daß der Lein den Boden erschöpft", anstatt von einer „Erschöpfung der Wirtschaft" infolge eines falschen Verhältnisses zwischen Düngerverbrauch einerseits und der Menge an Futtermitteln und Stallmist andererseits zu sprechen. Aber abgesehen von dem Umstand, daß eine übermäßige Ausdehnung des Leinbaues der Wirtschaft zu viel Stallmist entzieht, gibt es noch eine Ursache, die verbietet, eine gewisse Grenze in der Beschlagnahme der Flächen zum Leinbau in der Fruchtfolge zu überschreiten. Dies ist die Unmöglichkeit, den Lein oft auf demselben Felde anzubauen, um keine „*Leinmüdigkeit*" des Bodens hervorzurufen[2]; so nennt man die Fälle, wenn der Boden Leinerträge nicht mehr liefert, obgleich auf diesem Boden Hafer und alle anderen Kulturpflanzen, abgesehen vom Lein, gut gedeihen. Eine solche Leinmüdigkeit hängt von der Verbreitung

[1] Frost: Der Flachsbau in Belgien und Holland.
[2] Siehe weiter unten über die Pilzkrankheiten des Leines.

von Mikroorganismen (vor allem von Pilzen) ab, die als Parasiten auf dem Lein auftreten. Eben aus diesem Grunde darf der Lein auf demselben Felde nicht früher als nach 6 Jahren angebaut werden (manchmal eher, manchmal später, je nach den örtlichen Verhältnissen).

Deswegen besitzt die Frage der *Fruchtfolge* im Leinbau besondere Bedeutung sowohl im Sinne der Sicherstellung des Leines hinsichtlich geeigneter Verhältnisse für seine Entwicklung als auch von dem Standpunkt aus, die Grundregel für das Verhältnis zwischen Futtermittel- und Stallmistmengen und der zu düngenden Ackerfläche zu wahren.

In der ursprünglichen extensiven Wirtschaftsform wurde die Frage der Stellung des Leines in der Fruchtfolge sehr einfach beantwortet. Der Faserlein eröffnete die Fruchtfolge in der nördlichen Waldhackwirtschaft; Flachs zur Samengewinnung wurde als erste Pflanze auf frisch umgelegten Böden in der Umlagewirtschaft des südöstlichen Steppengebietes angebaut.

Der Leinanbau nach abgeholztem Walde ist bis jetzt noch hier und da im Norden erhalten geblieben. „Als die bequemste Stelle zum Hauen des Waldes wird eine trockene Tiefebene angesehen, die mit Birken, Tannen, Espen und Erlen bewachsen ist, mit einem dichten Weidenunterholz und ähnlichem“[1]. Die vor 1 Jahr abgehauenen Bäume und Sträucher werden vor der Saat auf dem Felde verbrannt, ihre Asche wird untergepflügt und der Flachs wird 1—2 oder 3 Jahre hintereinander angebaut. Danach läßt man den Boden (manchmal auch nach einem Anbau anderer Getreidearten) für etwa 10—12 Jahre liegen, wonach die Wiederholung des Brennens bereits wieder möglich ist. „Dem Lein ist die Asche nützlich. Auf gebranntem Boden wird die Faser fest, auf dem Acker schwach.“ Offenbar bieten die Aschedüngung, die Unkrautreinheit und die Lockerheit der oberen Schicht, welche der Wirkung des Feuers ausgesetzt war, günstige Verhältnisse zur Entwicklung des Leines.

Mit der Fruchtfolge nicht verbunden ist auch die Leinkultur auf Wiesen und Weideland, auf Neuland, d. h. auf Feldstücken, die früher nicht gepflügt wurden und mehrere Jahre hintereinander unbenutzt dalagen. Die Ausdehnung des Industrieflachsbaues rief eine verstärkte Umlage dieser Böden hervor.

Diese Bewegung im Flachsbau ging Hand in Hand mit dem Ersatz des Hakens durch den Pflug. Indessen überschritten die Bauern infolge Geldknappheit oft die erforderliche Grenze in der Umlegung der Wiesen und Weiden; nach vorübergehender Erleichterung trat ein Rückschlag ein, weil „durch die Leinsaaten die Wiesen und Weiden verdrängt werden, infolge Heumangels die Zahl des Viehes abnimmt, infolge Viehmangels der Stallmist und folglich auch der Getreidebau geringer wird“[2]. Dies sind die Folgen einer vorzeitigen Ausdehnung des Flachsbaues für Wirtschaften, die mit dem Futterpflanzenbau und mineralischen Düngemitteln noch nicht bekannt sind.

Indessen war dies alles nur bei Bodenüberfluß möglich; weiterhin war man gezwungen, wegen Mangel an freiem Boden und wegen der Notwendigkeit, den Rest der Wiesen für ihre richtige Verwendung aufzuheben, immer häufiger den Lein im Sommerungsschlag der gewöhnlichen Dreifelderwirtschaft anzubauen. Wird die Brache mit Stallmist gedüngt, so findet der Lein nach Winterung eine verhältnismäßig befriedigende Stellung. Der Vorrat an Nährstoffen ist noch nicht erschöpft, ihre Vermischung mit dem Boden vollkommener als im Winterungsschlag, die Schärfe des Stallmistes ist bereits abgeschwächt (der Stickstoffüberschuß ist entfernt), bei guter Bearbeitung kann man ebenfalls mit dem Unkraut fertig werden. Man kann jedoch (dem Prozentsatz nach) im Sommerungsschlag dem Lein keine große Fläche zuteilen, wenn die Wirtschaft nicht genügend mit Futtermitteln versorgt ist (und dies letztere war in den bäuer-

[1] Gegenwärtiger Stand des Flachsbaues. 1912.
[2] Siehe Rybnikow: Industrieller Flachsbau. 1915.

lichen Wirtschaften bis zur Einführung des Futterpflanzenbaues gewöhnlich der Fall), ganz abgesehen davon, daß stellenweise dem Lein mehr als die Hälfte des Sommerungsschlages zugeteilt wird (Kreis Sytschewka): Dann ist es sogar unmöglich, die Regel zu beobachten, daß der Lein auf dieselbe Fläche nicht früher als nach 6 Jahren zurückkehren darf.

Um dem Flachsbau die Eigenschaft eines Hazardspieles zu nehmen und die Möglichkeit zu gewinnen, Flachs regelmäßig anzubauen ohne Nachteil für das Gleichgewicht zwischen Futtermittel- und Stallmistmengen einerseits und der zu düngenden Fläche andererseits, war es notwendig, von der Dreifelderwirtschaft zur Fruchtfolge mit Futterpflanzenbau überzugehen, wobei als nachfolgender ergänzender Schritt die Einführung der Mineraldüngung zu Klee und Lein anzusehen ist.

Die Einführung des Futterpflanzenbaues erscheint nicht nur als Gegenmittel gegen die Verringerung der Futter- und Stallmistmengen in der Wirtschaft, sondern sie gibt dem Lein auch noch eine Stelle in der Fruchtfolge, die vorteilhafter ist als der Sommerungsschlag der Dreifelderwirtschaft. Der Boden ist nach Klee stickstoffreich (gleichzeitig aber ohne Überfluß seiner löslichen Formen), er ist unkrautrein und besitzt eine gute Struktur, welche die erforderliche Durchlüftung des Bodens sicherstellt, indem sie sowohl zur Verschlämmung durch Regen als auch zur Krustenbildung und Austrocknung bei Regenmangel weniger neigt.

„Flachs, der nach Klee gebaut ist, fürchtet weder Dürre noch zu hohe Feuchtigkeit", bemerkt der Korrespondent des Kreises Sytschewka. „Die wertvollste Faser, d. h. eine schönfarbige, weiche und schwerwiegende, entsteht nach 2jährigem Klee und nach gedüngter Winterung. Nach älteren, 3—4jährigen Kleeschlägen wird die Faser auch lang, aber sie wird etwas grob."[1]

Sorgt man beim Anbau für mineralische Düngemittel, so ist der Lein mit allem versorgt, was er zu einer guten Entwicklung braucht. Deswegen ging die Entwicklung des Flachsbaues und diejenige des Futterpflanzenbaues in vielen Gegenden Hand in Hand[2].

Die Klee-Flachs-Fruchtfolgen sind recht verschieden. Als Beispiel (vorläufig aber ohne Zusammenhang mit unseren bäuerlichen gegenwärtigen Verhältnissen[3]) kann folgende Fruchtfolge dienen: Brache — Roggen — Kartoffeln — Sommerung — Klee — Klee — Lein. Bei uns dagegen herrschen noch Fruchtfolgen ohne Hackfrüchte vor[4]; so z. B. die Sechsfelderwirtschaft von Wolokolamsk: Brache — Roggen — Klee — Klee — Lein — Hafer und die Achtfelderwirtschaft von Wolokolamsk: Brache — Roggen — Klee — Klee — Sommerung (Lein) — Brache — Roggen — Sommerung; diese Fruchtfolge ändert sich leicht in eine Neunfelderwirtschaft mit einem Hackfruchtschlag, wenn man nach dem zweiten Roggenschlag Kartoffeln einschaltet. Eine bekannte Variation derselben Achtfelderwirtschaft ist auch die Jaroslawer Fruchtfolge, die zeitlich dieselbe Aufeinanderfolge aufweist (8 Jahre), aber in Wirklichkeit bei 4 Schlägen (Brache — Winterung — Klee — Sommerung). Hier wird der Klee nicht jedes Jahr angesät und umgepflügt, sondern mit Überspringen eines Jahres, deswegen kommt auch der Lein entweder in einen Acker, der umgelegten Klee enthält oder in „weichen" Boden, was an sich schon unbequem ist.

---

[1] Subrilin: Futterpflanzenbau, Flachs und künstliche Düngung.

[2] Rybnikow: 47.

[3] Diese Tatsache ändert sich allerdings in der letzten Zeit. Diese Siebenfelderfruchtfolge kann man bereits im Kreise Wolokolamsk antreffen (Dyssky: Z. Leinwirtsch. 1926).

[4] Über die neuen Variationen, welche die Hackfrüchte betreffen, siehe im Kapitel über die Kartoffel.

Diese Fruchtfolgen, die in unserem Futterpflanzenbau eine historische Rolle gespielt haben, entsprechen nicht mehr den modernen Anforderungen, weil man gleichzeitig mit dem Lein und Klee in der Fruchtfolge auch der Kartoffel eine Stelle zuteilen muß. Dieser Bedingung genügt die anfangs angeführte Siebenfelderfruchtfolge. Weil aber der Übergang von ein Drittel der Fläche unter Roggen auf ein Siebentel zu schroff ist und weil man bei der Parzellierung der bäuerlichen Grundstücke nicht zu viel Schläge erhalten will, so erlangen bei uns die Fünffelderfruchtfolgen ein besonderes Interesse, die sozusagen einen „verlängerten Norfolker Fruchtwechsel" darstellen, da in ihnen der Klee 2 Jahre hindurch genutzt wird und die außerdem gestatten, für den Lein eine Stelle freizumachen. Es seien hier zwei Variationen einer solchen Fünffelderfruchtfolge erwähnt.

A. „Englische Fünffelderfolgen", auf die der Verfasser im Interesse der Einführung der Kartoffel in die Fruchtfolge im Jahre 1920 aufmerksam machte; bald darauf wies auch A. A. Subrilin darauf hin, ausgehend von den Interessen des Leinbaues. Dieselbe Fruchtfolge wurde auch auf der Farm Gorki unter dem Namen „englische Fünffelderfruchtfolge" erprobt[1]: Winterung — Kartoffeln und Lein — Hafer — Klee — Klee.

In dieser Fruchtfolge kann der Lein auch an einer anderen Stelle stehen außer an der von Subrilin vorgeschlagenen, z. B. an dritter Stelle, nach Kartoffeln (an Stelle eines Teiles Hafer), und an fünfter Stelle, an Stelle des 2jährigen Klees, wenn der Lein rechtzeitig geerntet werden kann, damit die Winterung auch auf diesem Teile des Feldes rechtzeitig bestellt werden kann.

Auf dem Versuchsfeld Wolokolamsk hat man sehr gute Ergebnisse mit dem Leinanbau nach Kartoffeln erzielt (1926).

B. Eine Fünffelderfruchtfolge, von A. G. Dojarenko vorgeschlagen, die sich von der vorherigen durch eine kleinere Kleefläche und durch Reinbrache unterscheidet. Dies wird durch die Halbierung eines Teiles der Felder erzielt (verdeckte Zehnfelderfruchtfolge):

1. Brache 2. Roggen 3. $\frac{\text{Klee}}{\text{Kartoffeln}}$ 4. $\frac{\text{Klee}}{\text{Kartoffeln}}$ 5. Sommerung.

Hier findet der Lein eine gute Stelle an fünfter Stelle nach Klee.

Die ursprüngliche Norfolker Fruchtfolge, von der die genannte Fünffelderfruchtfolge abstammt, kommt bei uns vorläufig nicht vor; aber in Zukunft muß man annehmen, daß sie in einer Reihe von Gegenden möglich sein wird. In ihr findet der Lein seine Stelle im Sommerungsschlag, der auf Hackfrucht folgt:

Hackfrucht — Sommerung — Klee — Winterung.

Es ist interessant, daß man, während man bei uns bestrebt ist, die Norfolker Fruchtfolge auszudehnen, in Belgien dieselbe Norfolker Fruchtfolge antrifft, die zu einer sehr intensiven Dreifelderwirtschaft zusammengedrängt ist:

1. Klee 2. Winterung und Steckrüben als Stoppelfrucht 3. Sommerung (Lein und Hafer).

In unserer Literatur wurde eine andere Variation einer Dreifelderfruchtfolge ohne Roggen (für das Gouvernement Moskau) vorgeschlagen, in welcher der Lein ebenfalls eine Stelle finden kann; weil hier der Klee alle 2 Jahre gesät wird, so haben wir es eigentlich mit einer Sechsfelderfruchtfolge zu tun, aber in Wirklichkeit mit 3 Feldern: Kartoffeln — Hafer — Klee.

Tatsächlich ist hier die Aufeinanderfolge unter Einführung des Leines folgende: Kartoffeln — Kartoffeln — Hafer — Klee — Klee — Lein[2].

---

[1] Siehe Wiener: Fruchtfolgen für das Westgebiet.
[2] Siehe Gerken: Fruchtfolge für das Gouvernement Moskau. 1925.

In Westeuropa sind die Stellungen des Leines im allgemeinen andere als bei uns. So trifft man dort (und es wird oft auch als gut angesehen) eine Unterbringung des Leines nach Wurzelfrüchten und nach Kartoffeln (Schlesien), nach Hanf (Belgien). Man trifft den Anbau von Flachs in der Brache bei früher Ernte zur Fasergewinnung vor Winterung an (oft vor dem Ausreifen der Samen). Dabei muß man mit der Stallmistdüngung vorsichtig sein; er muß gut zersetzt sein und muß im Herbst und nicht im Überschuß gegeben werden. Die Unterbringung des Leines nach Sommergetreidearten ist bei uns ungebräuchlich, wird aber im Westen häufig auf in gutem Kulturzustande befindlichen Böden angetroffen, z. B. Hackfrucht — Winterung — Klee — Hafer — Lein — Winterung (Rheinprovinz).

Ebenso folgt in Belgien Lein oft auf Hafer, obgleich als beste Stellung der Schlag nach 1jährigem Klee und nach Wurzelfrüchten angesehen wird. Es seien hier einige Beispiele der in Belgien vorkommenden Fruchtfolgen angeführt (Frost):

1. Gerste nach Stallmist — Klee — Hafer — Lein in mineralischer Düngung oder Klee — Gerste — Hafer — Lein (in letzterem Fall wird der Klee als Untersaat zu Lein angebaut).

2. Kartoffeln nach Stallmist — Zuckerrüben — Kartoffeln — Hafer — Lein (fast zu jeder Frucht wird künstliche Düngung gegeben; dies bezieht sich auch auf die folgenden Beispiele).

3. Klee — Kartoffeln — Rüben — Lein (Norfolker Fruchtfolge mit dem Ersatz der Winterung durch Kartoffeln).

4. Klee — Winterung — Stoppelrüben — Lein (Dreifelderwirtschaft mit vier Ernten.

5. Rüben — Hafer — Klee — Lein (Norfolker Fruchtfolge mit Ersatz der Winterung durch Lein).

Infolgedessen gebraucht eine intensive Wirtschaft, die auf Böden mit „alter Kraft" starke mineralische Düngung anwendet, die verschiedenartigsten Kombinationen, indem sie den Lein eigentlich nach jeder beliebigen Pflanze unterbringt und nach ihm ebenfalls alles mögliche anbaut. Unsere extensive Wirtschaft dagegen ist zu weit größerer Vorsicht beim Anbau des Leines gezwungen.

In Livland wird ebenfalls eine Fruchtfolge mit Lein nach Gerste angetroffen: Brache — Roggen — Klee — Gerste — Lein — Brache — Roggen — Kartoffeln — Hafer. Nach Lein folgt bei uns am häufigsten entweder Brache oder Hafer. Im Westen (in Belgien) wird sogar eine für uns völlig ungewohnte Kombination angetroffen — Grasuntersaat in Lein.

Alles dies erscheint nur als ein spezielles Beispiel für die allgemeine Regel der Relativität aller Normen in der Landwirtschaft, einer engen Anpassung dieser Normen an bestimmte örtliche Verhältnisse.

Wie bedingt z. B. die Ansicht ist, daß der Lein eine schlechte Vorfrucht für andere Getreidearten darstellt, sieht man daraus, daß in Schlesien, in Wirtschaften, die genügend Wiesen besitzen, der Lein gerade als gute Vorfrucht für Winterweizen angesehen wird[1], wobei hier eine eigenartige intensive Dreifelderwirtschaft anzutreffen ist: Lein — Winterweizen — Zuckerrüben, und alle 3 Kulturen Mineraldüngung erhalten außer Stallmist, der zu Rüben gegeben wird.

Wenn bei uns eine solche Fruchtfolge im ganzen auch infolge des Mangels an Düngemitteln und der Verbreitung der Pilzparasiten, welche die Leinmüdigkeit hervorrufen, nicht möglich wäre, so ist die Unterbringung des Leines in Brache vor Winterung mit Erfolg auf dem Versuchsfeld in Petrowsko-Rasumowskoje erprobt worden.

Diese Richtung verdient volle Aufmerksamkeit als Mittel, die Fasereigenschaften zu heben und gleichzeitig wenigstens einen Teil der Bracheflächе

[1] Siehe: Arbeitsziele der deutschen Landwirtschaft nach dem Kriege. Berlin 1918. Der Krieg zwang Deutschland dazu, seine Aufmerksamkeit dem Lein- und Hanfbau zuzuwenden, der früher infolge der Fasereinfuhr aus Rußland eingeschränkt war, und den Faserpflanzenbau auszudehnen.

bei der erforderlichen Düngung auszunutzen. Außerdem wurden bei intensiver Nutzung der Fläche und bei der erforderlichen Düngung in Schlesien Versuche mit Lein als Stoppelfrucht nach Winterraps gemacht, weil der Winterraps das Feld früher als alle übrigen Winterungen räumt; aber die Versuche wurden auch nach Wintergetreide, nach einer frühen Klee-Ernte angestellt, wobei man Erträge von etwa 35,5—45 dz Leinstroh je Hektar erzielte (Lasarkewitsch). Noch eher möglich ist ein solcher Leinbau nach früh zu mähendem Winterroggengemenge oder nach einer noch früher erfolgenden Ernte der mehrjährigen Lupine, wobei man allerdings mit der Möglichkeit rechnen muß, daß diese Lupine den Lein verunreinigt, wenn man der Bodenbearbeitung zum Lein keine genügende Aufmerksamkeit schenkt; dies aber würde erlauben, die Leinsaaten auf schlechtere Böden auszudehnen, die mit Hilfe der Lupine verbessert worden sind.

Die verhältnismäßig kurze Vegetationszeit des Leines (vor allem bei früher Ernte) läßt die Möglichkeit zu, an Lein nicht nur als Stoppelfrucht zu denken, sondern auch daran (und dies für gewisse Verhältnisse sogar sehr begründet), nach Lein im selben Sommer die Ernte einer anderen Frucht zu erzielen. So werden z. B. in Holland in Lein Mohrrüben eingesät, die nach der Leinernte ausreifen und einen, wenn auch nicht vollen, so immerhin dennoch bedeutenden Ertrag liefern können. Man kann annehmen, daß bei uns (z. B. in der Ukraine) eine solche Mohrrübenuntersaat beim Leinbau zur Samengewinnung am Platze wäre[1].

Aus obigen Ausführungen ergibt sich, daß die Frage der *Düngung* des Bodens zu Lein (oder zu vorangegangenen Kulturpflanzen unter Berücksichtigung der Ansprüche des Leines) eine große Bedeutung besitzt.

Die Übersicht über die früheren Versuche die Düngung des Leines betreffend, die in Rußland angestellt wurden, von I. S. Schulow und I. W. Jakuschkin zusammengestellt, ist im zweiten Bericht der Leinstation (Petrowsko-Rasumowskoje) abgedruckt. Es muß bemerkt werden, daß gewöhnlich in diesen Versuchen viel zu kleine Salpetergaben (und andere Stickstoffdüngemittel) gegeben wurden, und deswegen erreichte die Wirkung der mineralischen Düngung im allgemeinen nicht den höchsten Grad.

Der Lein verlangt Nährstoffe in einem bekannten bestimmten Verhältnis, in aufnehmbarer Form und unbedingt in einem im Boden gleichmäßig verteilten Zustande; sonst verhalten sich die verschiedenen Flachsteile bei der Ernte, bei der Röste und bei den darauffolgenden Operationen verschieden. Infolgedessen wird jetzt der *Stallmist* selten unmittelbar zu Lein gegeben[2], ganz abgesehen davon, daß eine flachsbauende Wirtschaft gewöhnlich gar nicht über so viel Stallmist verfügt, um noch Überschüsse trotz des Stallmistverbrauches im Bracheschlag übrigzubehalten. Der Stallmist, vor allem der schlecht zersetzte, läßt sich schwer gleichmäßig ausbreiten. Er enthält oft Unkrautsamen; der Lein aber ist gegen Verunkrautung empfindlich. Gewöhnlich herrscht im Stallmist der Stickstoff einseitig vor, was entweder Grobhalmigkeit des Leines (geringer Fasergewinn) oder nach Regenfällen Lager und die Gefahr der Halmfäulnis nach sich zieht; während einer Dürreperiode ist auch ein Ausbrennen der Saaten infolge einer überschüssigen Konzentration der Bodenlösung möglich. Deswegen wird, wenn überhaupt Stallmist zu Lein verwendet wird, nur gut zersetzter Stallmist in mäßigen Dosen im *Herbst* gegeben, um durch die darauffolgende

[1] Siehe die Ausführungen im Kapitel über die Mohrrübe und über die erfolgreichen Versuche mit der Untersaat dieser Pflanze zu Mohn auf den Versuchsfeldern in Sumy.

[2] Früher düngten die flämischen Landwirte in der Regel die leichten Böden zu Lein mit Stallmist (im Herbst). Jetzt ziehen sie die Gründüngung vor, wobei die dem Lein vorangehende Frucht eine 1jährige Leguminose (Serradella, Hopfenluzerne) oder sogar gewöhnlichen Rotklee als Untersaat erhält. Das Unterpflügen erfolgt aber im Spätherbst desselben Jahres mit Ergänzung durch Kalisalze und Phosphate.

Bearbeitung des Bodens eine bessere Vermischung zu erreichen. Kompost kann besser verteilt werden als Stallmist; deswegen würde er vorzuziehen sein, wenn nur die Wirtschaft über genügende Kompostmengen verfügen würde. In Belgien werden gern flüssige Düngemittel angewendet; Gülle und die „flämische Düngung" (in Wasser aufgelöste Exkremente, die manchmal mit Leinkuchen versetzt sind; diese Mischung macht zuerst eine gewisse Gärung durch). Jetzt werden aber in hohem Maße Mineraldünger verwendet, die sich auch bei uns in einer flachsbauenden Wirtschaft besser rentieren als in einer Körnerwirtschaft. Außerdem ist auch der Verbrauch dieser Düngemittel bei entwickelter Flachskultur größer als ohne Flachsbau aus dem früher erwähnten Grunde (je mehr Flachs, um so weniger Stallmist in der Wirtschaft, bei sonst gleichen Verhältnissen).

Der Mangel an billigen *Stickstoffdüngemitteln* zu Lein wird bei uns nur zum Teil durch den Umstand abgeschwächt, daß die beliebteste Stellung des Leines diejenige nach Klee geworden ist. Im Westen dagegen werden zu Lein sowohl Salpeter als auch schwefelsaures Ammoniak[1] und organische Stickstoffdüngemittel angewandt (Blutmehl, Hornspäne oder -mehl). Ein einseitiger Stickstoffüberfluß wird indessen vermieden. Außerdem können große Stickstoffgaben allein außer der Lagergefahr oft nur einen scheinbaren Ertragszuwachs ergeben, d. h. ein üppiges Wachstum; bei großem Strohertrag kann sich ein geringer Fasergewinn zeigen. Jedenfalls beziehen sich diese Befürchtungen nicht auf die Salpetergaben, wie sie bis jetzt bei uns angewandt wurden (60—90 kg/ha) und die bedeutend erhöht werden müssen, wenn die Preisverhältnisse günstig sind, oder man muß auf die Salpetergabe verzichten.

Die *Kalidüngung* nimmt bei der Flachskultur eine wichtige Stellung ein wie bei allen Pflanzen, die ihrer Stengel wegen angebaut werden. Der Lein reagiert auf Kaligaben stark; die Kaliverbindungen lagern sich vorzugsweise in den Stengeln ab, während sich Stickstoff und Phosphorsäure in den Samen ansammeln. Außerdem ist der Lein nicht so gegen die Form der Kalisalze empfindlich wie Zuckerrüben und Kartoffeln — die Chlorverbindungen schaden ihm nicht; deswegen können die Staßfurter Salze (Kainit, Karnallit) ruhig zu Lein gebraucht werden (3—3,7 dz), vor allem bei rechtzeitiger Gabe. Eine Berührung des Kainits mit den jungen Pflanzen muß natürlich vermieden werden. Weil der Klee als Vorfrucht des Leins für Kaligaben ebenfalls dankbar ist, so ist es bequem, den Klee entweder im Herbst oder im Frühjahr vor dem Einsetzen des Wachstums oder nach dem ersten Schnitt mit Kainit zu düngen. Die Erfahrung mit den Staßfurter Salzen beim Lein kann leicht auf unsere Solikamsksalze (Sylvinit und Karnallit) übertragen werden, die im Jahre 1930 in großen Mengen auf dem Markt erscheinen müssen. Leichte Böden reagieren häufiger auf Kali als Lehmböden. Als ausgezeichnete Kaliquelle ist für leichte Böden die *Asche* bekannt, davon zeugen auch die alte Erfahrung der Waldhackwirtschaften und eine Reihe neuer Ergebnisse. Die Asche enthält nicht nur Kali sondern auch Phosphorsäure und Kalzium, an welchen es in den nördlichen Böden mangelt. Deswegen übt die Asche eine allgemein günstige Wirkung aus, vor allem auf den an Basen und Humus armen und zum Verschlämmen neigenden nördlichen Böden. Hat man nur die Kalidüngung im Auge, so gibt man 3,7 bis 4,5 dz/ha Birkenasche, von der Asche der Nadelhölzer dagegen das Doppelte. Wünscht man aber, daß sich auch die unmittelbare Wirkung der Asche und die Wirkung der Phosphorsäure zeigen, so gibt man größere Aschemengen, manch-

[1] Auf der Leinversuchsstation der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje brachte schwefelsaures Ammoniak in einer Mischung mit Asche gute Ergebnisse.

mal 15 dz/ha und noch mehr, je nach dem Boden und den vorhandenen Aschemengen.[1]

Die *phosphorsauren Düngemittel* werden oft zu den Vorfrüchten des Leines (zu Klee oder Roggen, auf den Klee folgt), selten aber zu Lein selbst, gegeben. Der Samenlein verlangt mehr Phosphorsäure als der Faserlein.

Bis jetzt lenkte man die Aufmerksamkeit bei der Erforschung der Wirkung der Phosphate auf Lein auf die Ernte an Samen und Stroh; man trug der Qualität der Faser nicht genügend Rechnung. In dieser Hinsicht sind die Ergebnisse interessant, die bei der Verarbeitung des Leines nach verschiedener Düngung auf der Leinversuchsstation der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje erhalten wurden (der Lein wurde auf dem Versuchsfelde, auf dem Feldstück zur Erforschung der Düngung, sowohl innerhalb der Fruchtfolge als auch im „ewigen" Anbau gebaut). In den Erträgen zeigte sich keine Wirkung der Phosphorsäure; die Faserqualität stieg aber unter der Einwirkung der phosphorsauren Düngemittel wesentlich, wie folgende Zahlen zeigen:

	O	N	P	K	NP	NK	KP	NKP
Mittlere Nummer der gehechelten Faser .	20,5	19,3	23,3	20,5	26,9	17,3	20,6	26,4
Dasselbe für die gesamte Faser. . . .	14,8	14,5	19,5	16,3	19,2	13,6	15,7	19,5

Wenn sich ein solches Ergebnis wiederholen würde, so würde die Anwendung der phosphorsauren Düngemittel zu Lein noch eine größere Bedeutung erlangen als jetzt. Dann würde sich herausstellen, daß die Wirkung der Phosphate auf den Lein ihrer Wirkung auf die Zuckerrübe analog sei — sie würden als ein wichtiger Faktor zur Steigerung der Erntequalität erscheinen. Indessen ist die Vergrößerung der Zahl der Ergebnisse über diese Frage notwendig. Man nimmt gewöhnlich an, daß die wichtigste Rolle in der Bestimmung der Faserqualität dem Kali zufällt.

Die Auswahl des Phosphates hängt in erster Linie von der Bodenart ab. Auf den nördlichen humusarmen ausgelaugten Böden zeigt das billigste Phosphat — das Phosphoritmehl — oft eine gute Wirkung. Noch breiter ist das Gebiet der Anwendung des Knochenmehles. Die Thomasschlacke dagegen erscheint unter den phosphorsauren Düngemitteln als ein mehr universales; Superphosphat, das seiner Löslichkeit nach an erster Stelle steht, kann auf sauren und ebenfalls auf Sandböden seiner Wirkung nach hinter dem Thomasmehl stehen. Je weniger löslich das Phosphat ist, eine um so größere Phosphorsäuregabe ist nötig (von 30 kg als Superphosphat bis 90 und sogar bis 135 kg Phosphorsäure als Rohphosphat, was einer Düngung von 2,2—6 dz und noch mehr je Hektar entsprechen kann). Mittelbare Düngemittel finden beim Flachs ebenfalls Anwendung. *Kochsalz* in geringen Mengen (1,8—3 dz) kann auf den Fasergehalt eine günstige Wirkung ausüben, was durch die Überführung der Kaliverbindungen des Bodens in eine löslichere Form zu erklären ist.

Siehe z. B. die Ergebnisse von I. S. Schulow in dem 3. Bericht der Leinstation der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje; außerdem ist es möglich, daß die Erhöhung des osmotischen Druckes der Bodenlösung unter der Einwirkung von NaCl eine günstige Wirkung ausübt[2].

Kalk wird gewöhnlich zu Lein unmittelbar nicht angewandt. Die Kalkung des Bracheschlages aber, als ein Mittel zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften und zur Hebung der Energie der chemischen Prozesse, kann auf den nördlichen, an Basen armen Böden auch für die Leinwirtschaft Bedeutung besitzen. In Belgien wird die Kalkung in Gegenden geübt, welche die besten Leinsorten erzeugen; aber nicht direkt zum Lein. Es ist besser, mindestens 2—3 Jahre zwischen der Kalkung und dem Leinanbau liegen zu lassen, falls

[1] Siehe Prjanischnikow: Das nichtanerkannte Staßfurt. Moskau 1919.
[2] Siehe die Ergebnisse von F. T. Periturin im 12. Bericht über Vegetationsversuche.

Kalk in bedeutenden Mengen gegeben wird. Nach anderen Beobachtungen muß man noch vorsichtiger sein. „Der Wunsch, einem Kalküberschuß vorzubeugen, zwingt den Belgier dazu, sein Feld mindestens 7 Jahre vor dem Anbau des Flachses zu kalken."[1]

Bei uns wird die *Gründüngung* zu Lein noch nicht angewendet, weil der Flachs gewöhnlich den Stickstoff ausnutzt, der durch den Klee angesammelt wird. Aber bei Leinsaat nach Winterung ist eine Verwendung der 1jährigen Stickstoffsammler durchaus am Platze; es müssen aber Stickstoffsammler sein, die in die örtlichen klimatischen Verhältnisse passen. In Westeuropa werden dafür am häufigsten Serradella oder Hopfenluzerne zu Roggen als Untersaat angebaut, damit man sie im Spätherbst oder im zeitigen Frühjahr unterpflügen kann.

Auf den schweren Böden in Holland wird Klee als Untersaat bei Hafer angebaut, der dem Lein vorangeht, um im Spätherbst den Klee als Düngung unterzupflügen.

In Weißrußland und den benachbarten Gouvernements kann man Lupinen als Stoppelfrucht säen und im Spätherbst als Düngung zu Lein unterpflügen, wobei man diese Maßnahme nicht nur auf die Sandböden beschränkt. In Nordrußland kann die Kultur der mehrjährigen Lupine mit künstlicher Düngung als eine Maßnahme ausgenutzt werden, die den Leinbau auf solche Böden auszudehnen ermöglicht, die sich früher für den Lein nicht eigneten (siehe im Kapitel über die Lupine).

Bei der *Bodenbearbeitung* zu Lein muß man bestrebt sein, dem Boden eine feine Krümelstruktur zu verleihen; weil der Lein schwach aufläuft, man muß ferner bestrebt sein, den Boden möglichst unkrautrein zu machen. Außerdem empfiehlt es sich, die Ackerschicht etwas zu vertiefen (Untergrundlockerer), weil der Lein eine Pfahlwurzel besitzt, obgleich diese auch nicht übermäßig entwickelt wird.

Bei Rotmistrow[2] entwickelte der Steppenlein unter natürlichen Verhältnissen ein Wurzelsystem von 102 cm Länge. Nach den Beobachtungen von Modestow erreichte die Wurzeltiefe des Langflachses unter seinen Versuchsbedingungen eine Tiefe von nur 70—80 cm (der Hafer entwickelte dabei Wurzeln von 127 cm). Nach Modestow entwickeln die Steppenleine ein kräftigeres Wurzelsystem als die Langflächse[3].

Die Maßnahmen selbst können je nach der Stellung des Leines in der Fruchtfolge recht verschieden sein. Ihre zeitliche Verteilung hängt in hohem Maße von den klimatischen Verhältnissen ab. In kontinentalem Klima, vor allem aber im Steppengebiet, erfolgt bei dem Anbau zur Samengewinnung das Pflügen frühzeitig im Herbst oder noch im Sommer. Im Frühjahr wird nur geeggt, weil jede Arbeit mit einer Umwendung der Bodenschicht den Boden austrocknen würde. Im Waldbodengebiet, vor allem in Nordwestrußland, hat man keinen Grund, die Frühjahrsfurche oder sogar eine Wiederholung zu vermeiden. Dies wird tatsächlich auch befolgt. Weil aber der Lein verlangt, daß sich der Boden bis zu einem gewissen Grade absetzt, so wird unter diesen Verhältnissen die Hauptfurche (die tiefere) im Herbst ausgeführt, um so mehr, weil diese Maßnahme auch durch die Gabe einiger Düngemittel erforderlich wird. Außer dem Klima wirken auf die Arbeitsverteilung zwischen Herbst und Frühjahr außerdem noch der Grad der Verunkrautung des Bodens und seine physikalischen Eigenschaften (Bindigkeit) ein.

Die westeuropäische Praxis der Bodenbearbeitung zu Lein hat folgende Regel ausgearbeitet. Die Bearbeitung beginnt im Herbst, wobei nach Futterpflanzen und Getreidearten 2 Furchen erfolgen; die erste auf 9—11 cm, die

[1] Stebut und Kossow: Vorlesungen über den Lein. 1878.
[2] J. exper. Landw. 1907.
[3] Wurzelsystem. 1915.

zweite auf volle Tiefe, 18—22 cm und mehr. Nach der ersten Furche (Schälen) wachsen die Unkräuter schneller und die Stoppel wird besser zersetzt. Durch die zweite, tiefere Furche wird der Stallmist untergepflügt (wenn er überhaupt zu Lein gegeben wird); dabei wird auch der Untergrundlockerer angewendet. Nach der ersten Furche wird das Feld geeggt, nachdem die Unkräuter aufgelaufen sind; nach dem zweiten Pflügen läßt man das Feld den Winter über in rauher Furche liegen. Eine einmalige Furche im Herbst wird entweder nach Wurzelfrüchten gegeben oder, wenn das Feld von irgendeiner Gründüngungspflanze besetzt ist. Wird blühender Klee untergepflügt, so wird der Acker quer zu den Furchen gewalzt, um die Furchen besser anzudrücken. Auf schweren Lehmböden (Friesland) werden sogar 3 Furchen im Herbst gegeben; auf leichten Böden dagegen wird die Herbstbearbeitung überhaupt eingeschränkt, indem man sich häufig mit einer weniger tiefen Furche begnügt.

Das Feld, das zum Anbau des Leines hergerichtet wird, muß nach Möglichkeit eine ebene Oberfläche besitzen, damit die Pflanzen Licht, Wärme und Feuchtigkeit gleichmäßig ausnutzen können. Deswegen muß man schmale Beete vermeiden; muß man sie im Herbst zur Vermeidung von Feuchtigkeitsüberschuß trotzdem anlegen, so soll die Frühjahrsbearbeitung sie nach Möglichkeit ausgleichen; stellenweise wird zum Lein Eben- oder Figurenpflügen vorgezogen.

Im Frühjahr wird zu Lein eine tiefe Furche vermieden, indem man sich auf eine weniger tiefe, zur Saat vorbereitende Furche beschränkt. Manchmal wird im Frühjahr überhaupt nicht gepflügt, indem man die Hauptarbeit der Egge, der Schleife und der Walze beimißt; man nimmt sich dabei eine solche Bearbeitung zum Vorbild, die an eine Gemüsegartenkultur erinnert. Die Belgier sagen: „Wer Flachs bauen will, darf seine Egge nicht schonen." Nicht nur wegen der Samenaussaat sondern auch wegen der Düngerverteilung muß das Feld gut geebnet sein. Streut man zuerst die Düngemittel aus und ebnet hinterher die Furchen mit der Egge, so sammeln sich die Düngemittel in den Furchen an, es entsteht ein ungleichmäßiges Wachstum des Flachsbestandes.

Bei uns erfolgt die Bodenbearbeitung beim Anbau des Leines zur Fasergewinnung anders als im Westen. Die Herbstfurche wird seltener angewandt, z. B. im Westgebiet (manchmal im Gouvernement Jaroslawl). In der Mehrzahl der Fälle aber wird die ganze Bearbeitung der weichen Böden im Waldbodengebiet Rußlands auf das Frühjahr verlegt. Dieses findet teilweise darin seine Berechtigung, daß die Podsol-Böden im Winter dazu neigen zu verschlämmen und ohne eine gründliche Lockerung im Frühjahr keinen genügenden Luftzutritt zu den Pflanzenwurzeln gestatten. Dies bezieht sich aber nur auf die „weichen", wenig kultivierten Böden. Die Böden, die durch Wurzelreste des Klees (ebenfalls aber auch natürliche Grasflächen usw.) angereichert sind, können nicht nur, sondern müssen auch im Herbst gepflügt werden, was gewöhnlich auch der Fall ist. Wie wichtig in diesem Fall die Bedeutung der Herbstfurche ist, zeigen folgende Ergebnisse des Versuchsfeldes der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje[1].

	Ernte an Gesamtmasse		Reine Faser	
	Herbstfurche dz/ha	Frühjahrsfurche dz/ha	Herbstfurche dz/ha	Frühjahrsfurche dz/ha
Wenden der Bodenschicht . .	29,97	26,73	2,52	2,20
„Kultur"-Furche	32,94	20,93	2,71	1,55
Schälen	34,42	24,97	2,71	1,48

[1] Siehe Dojarenko: Z. Landw. 1916.

Bei der *Saat* des Leines ist es recht wesentlich, auf die Qualität des Saatgutes zu achten, weil von der Herkunft und der Qualität des Saatgutes die Qualität der Ernte wesentlich abhängt. Die Leinsamen müssen von einer Sorte stammen, welche der Bestimmung des betreffenden Anbaues entspricht. So werden zur Fasergewinnung die Samen des Pleskauer Leines geschätzt, wobei im Auslande vor dem Kriege vorzugsweise russische Samen der Ostseeprovinzen gebraucht wurden, ebenfalls die Samen aus den Gouvernements Pleskan, Witebsk und teilweise der benachbarten Gebiete. Sie sind dort vor allem unter dem Namen „Rigaer" Lein bekannt. Diese Vorliebe wurde durch die Unterschiede der Kulturverhältnisse bei uns und im Auslande erklärt. Man nahm an, daß das milde Klima des Westens mit einer sehr allmählichen Temperatursteigerung die Entwicklung einer prächtigen Faser begünstigte, aber eine Verzögerung in der Samenreife hervorrief. Die dortigen Kulturverhältnisse begünstigen ebenfalls die Entwicklung der Faser und nicht diejenige der Samen (dichte Saat, reichliche Düngung, frühe Ernte). Deswegen reift dort der Samen schlecht aus und besitzt eine geringe Qualität. Bei uns dagegen entsteht durch einen heißeren Sommer, der die Samenreife beschleunigt, bei dünnerer Saat und bei späterer Ernte ein gut entwickelter Samen und eine weniger hochentwickelte Faser. Deswegen strebte man im Auslande danach, das Saatgut alle 4—5 Jahre dadurch zu erneuern, daß man es aus Rußland kommen ließ[1], weil bei längerem Anbau die Pflanzen die Qualität der Samen herabsetzen, indem sie sich akklimatisieren; die Samen werden als Saatgut wenig brauchbar.

Infolgedessen wurden die russischen Originalsamen (man nennt sie graines de tonnes, Tonnenlein, infolge der Verpackung in hölzernen Fässern) im Auslande sehr geschätzt. Weil sie aber teuer waren, so wurde die erste von ihnen gewonnene Generation (aprés tonnes, la rose, Rosenlein) ebenfalls noch gern benutzt.

Aber die Ereignisse der Nachkriegsjahre zwangen die westeuropäischen Leinbauer dazu, eigene Samen anzubauen und sich speziell mit dem Leinanbau zur Samengewinnung zu befassen. Dabei stellte sich heraus, daß die besondere Eigenschaft des russischen Leines, die früher dem Einfluß des Klimas zugeschrieben wurde, in erster Linie von den Kulturverhältnissen abhing (vor allem von den Unterschieden in der Saatdichte und von der Menge der angewandten Düngemittel).

Bei uns werden meistenteils die Felder mit eigenem Saatgut bestellt. Aber in den nördlichen Anbaugebieten, wo die Samen nicht mehr völlig ausreifen können, werden auch Samen aus südlicheren Gegenden gebraucht; z. B. nehmen die Flachsbauer des Gouvernements Wologda die Samen aus den Gouvernements Pleskau, Rostow, Wjatka.

Die Angaben für das absolute Gewicht von Samen verschiedener Abstammung sind zu Beginn des Kapitels angeführt worden. Die Einwirkung der Erntezeit aber auf die Samenentwicklung kann teilweise durch folgende Zahlen gezeigt werden:

---

[1] Dabei entstanden manchmal Mißverständnisse, wenn man aus Rußland statt des langfasrigen Leines Samen des Steppenleines bezog. Dann wurde starke Verzweigung und niedriger Wuchs beobachtet, die Faser war grob und kurz. So wurde im Jahre 1902 in der Provinz Groningen ein Lein ausgesät, der nicht aus den baltischen Provinzen sondern offenbar aus den östlichen Steppengouvernements stammte. Dieser Lein stellte sich als für die Gegend völlig ungeeignet heraus, die Stengel waren kurz, hart und grob, die Krone stark entwickelt, so daß man das Leinstroh fast gar nicht verkaufen konnte. Der Schaden, der den Groninger Landwirten daraus entstanden war, wurde auf 1 Million Gulden geschätzt (Frost, ebenfalls Schindler, Ferle und andere Autoren).

Reifestadium	Fett %	Keimfähigkeit %	1000-Korngewicht g
Grünreife	31,02	81	3,64
Gelbreife	31,85	94	3,92
Vollreife	32,50	99	4,40

Von guten Samen wird eine Keimfähigkeit von mindestens 95 % verlangt.

Ferner erscheint eine möglichst große Reinheit der Samen sehr wichtig. Die Qualität der Beimischungen ist ebenfalls wichtig, teils wegen der mehr oder weniger großen Gefahr der Verunkrautung des Feldes, teils auch deswegen, weil man sie zur Bestimmung der Herkunft der Samen benutzen kann. Gewöhnliche Beimengungen im russischen Lein sind Samen von Polygonum lapathifolium, Polygonum linicola, Lolium linicola, Camelina dentata, Camelina linicola, Chenopodium album, Spergula arvensis, Centaurea Cyanus, Galium aparine. Der Lein aus den Steppengebieten enthält gewöhnlich Samen von Setaria viridis, Panicum miliaceum, Panicum Crus galli, Sinapis alba, Echinospermum Lappula, manchmal auch Cuscuta epilinum, ein gefährlicher Feind des Leines[1]. Weil einige Beimischungen schwer von den Leinensamen zu trennen sind, so besteht die sicherste Maßnahme, um unkrautreines Saatgut zu erhalten, in dem Reinigen der Kapseln, die vom Stengel getrennt werden und aus denen dann erst die Samen gewonnen werden[2].

Die *Keimfähigkeit* der Leinsamen ist unter normalen Ernte- und Aufbewahrungsverhältnissen gewöhnlich groß und bleibt ziemlich lange erhalten; und dennoch scheinen die Samen, wie auch in anderen Fällen, um so keimfähiger, je jünger sie sind. So zeigten die Samen der Ernte 1869 in den Versuchen von Nobbe nebenstehende Keimfähigkeit.

1870 %	1872 %	1873 %	1874 %
72	54	47	38

In den Versuchen der Wiener Samenstation war die Abnahme der Keimfähigkeit nicht so groß, aber trotzdem durchaus bestimmt. Dies muß man hervorheben, weil oft zur Saat nicht frische, sondern 2—3jährige Samen vorgezogen werden, da die letzteren scheinbar bessere Ergebnisse liefern. Es ist möglich, daß diese besseren Ergebnisse von einer schnelleren Abnahme der Keimfähigkeit einiger Unkrautsamen im Vergleich mit den Leinsamen abhängt, vielleicht hängt es auch von zufälligen Ursachen ab, weil die Sameneigenschaften in hohem Maße von den Entwicklungs- und Ernteverhältnissen abhängen. Waren diese Verhältnisse z. B. im dritten Jahre viel besser als in diesem, so können die 3jährigen Samen besser sein als die frischen *trotz* ihres höheren Alters (und nicht infolge desselben).

Die Keimfähigkeit der Samen hängt außer von dem Alter auch von einigen Maßnahmen ab, die manchmal angewendet werden, um die Energie der Pflanzenentwicklung zu erhöhen, u. a. m. So wird behauptet, daß das Trocknen der Samen bei 40° C günstig auf die weitere Entwicklung der Pflanzen einwirkt. Doch die Versuche der Wiener Station haben gezeigt, daß man bei solchem Trocknen große Vorsicht walten lassen muß, daß ein Erwärmen der Samen auf 50—70°, wenn auch nicht wesentlich auf die Keimfähigkeit einwirkt, so doch die

[1] Siehe Herzog: Über den Leinsamen. Ber. d. Versuchsstat. f. Flachsbau in Trautenau. — Ebenfalls Ferle: Über die Bonitierung der russischen Leinsaaten. (Dieser Aufsatz enthält Mitteilungen über die Charakteristik der Leinsamen aus den verschiedenen Gouvernements Rußlands: siehe Landw. Versuchsstat. 4.) — Djakonow: Arb. d. landw. Versuchsstat. in Pleskau 1911, 12f. Nebenbei sei bemerkt, daß in England spezielle Sortiermaschinen zur Reinigung der aus Rußland kommenden Samen hergestellt werden.

[2] Siehe Näheres in den speziellen Aufsätzen, z. B. in der Zeitschrift „Lein und Hanf" 1926, Nr. 1 und folgende.

Keimenergie herabsetzt. Ebenso übt das Durchfrieren feuchter Samen, dem man früher eine Wirkung auf die weitere Entwicklung der Stengel (größere Länge) zuschrieb, eine schädliche Wirkung auf die Keimfähigkeit aus, abgesehen davon, daß es keine klare Bestätigung der genannten Wirkung auf das Stengelwachstum gibt. In den Versuchen von SCHINDLER in Riga sank die Keimfähigkeit der Samen der Kontrollprobe bis auf 7 %. Allein schon Benetzen und darauffolgendes Trocknen üben eine schädliche Wirkung aus. Die bereits mit dem Wachstum begonnenen und durch die Trocknung in der Entwicklung zurückgehaltenen Leinsamen leiden darunter noch mehr als die Samen der Getreidearten[1].

Es gibt eine Reihe von Mitteilungen, wie man die *Eigenschaften der Leinsamen nach dem äußeren Aussehen* bestimmen kann. Oft haben diese Angaben eine gewisse Berechtigung, manchmal aber sind sie ziemlich willkürlich. Der Glanz der Samen z. B. wird oft als Merkmal der Frische angegeben. Bei Trocknung durch künstliche Wärme kann der Glanz ohne Nachteil für die Keimfähigkeit verschwinden; infolgedessen deutet das Fehlen des Glanzes nicht immer auf bereits gelagerte Samen hin. Die Färbung muß für eine Sorte charakteristisch und einförmig sein. Grünliche Körner verraten einen nicht völlig ausgereiften Zustand. Geschmack und Geruch der Samen können sich bei langer Lagerung ändern; dumpfer Geruch macht die Samen verdächtig. Man nimmt an, daß gute Samen im Wasser untergehen müssen; wirft man sie aber auf glühende Kohlen, so müssen sie zerspringen und eine Flamme zeigen und nicht nur verkohlen. Beim Zusammendrücken in der Hand müssen sie zwischen den Fingern hindurchschlüpfen und sich nicht zu Klumpen zusammenpressen lassen. Auf der Schnittfläche muß man eine weiße oder weißlich-gelbe Färbung des Würzelchens wahrnehmen können. Seine Verdunklung weist auf Abnahme der Keimfähigkeit hin. Sind diese Merkmale auch bei genügender Übung von Nutzen, sofern man sich schnell zurechtfinden soll, so ist eine endgültige Bewertung der Samen dennoch nur durch die Bestimmung der Keimfähigkeit möglich. Aber bei der Erprobung der Samen empfiehlt es sich, nicht nur die Keimfähigkeit sondern auch die Keimenergie festzustellen, weil es wichtig ist, beim Anbau des Leines zur Fasergewinnung gleichmäßigen Auflauf zu erzielen.

Nicht selten werden die Samen, die im Verdacht stehen, von Pilzkrankheiten befallen zu sein, gebeizt, wobei man sich in der letzten Zeit der Trockenbeize gern bedient (getrocknetes Kupfervitriol, kohlensaures Kupfer, Chlorkalk, Asche usw.[2]).

Die *Saatzeit* des Flachses schwankt natürlich stark je nach den örtlichen Verhältnissen; man kann nur einige maßgebende Gesichtspunkte mitteilen. So stellt eine frühe Saat im allgemeinen eine bessere Entwicklung der Pflanzen sicher, eine bessere Ausbildung des Kornes, eine größere Standfestigkeit gegen Dürre und gegen Beschädigungen durch den Erdfloh, der die jungen Pflanzen befällt. Die frühe Saat beeinflußt teilweise auch die Erntezeit, mit der man oft auch nicht in Verzug geraten darf im Interesse der darauffolgenden Röste. Weil aber der Lein empfindlich gegen Frühjahrsfröste ist[3], so muß man bei der Wahl der Saat-

---

[1] Studien über den russischen Lein. Landw. Jb. 1899. — Diese Ausführungen beziehen sich nicht auf das Durchfrieren ungekeimter trockener Samen; diese vertragen die Kälte gut. — Siehe Versuche dieser Art von I. S. SCHULOW: 1. u. 2. Ber. d. Leinversuchsstat. d. Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje.

[2] Siehe z. B. bei KLETSCHETOW: Krankheiten der Leinsamen. Z. Leinwirtsch. 1926. — Von einer Anführung der neuzeitlichen Beizmittel wie Tutan, Abavit B und Tillantin wird auffallenderweise abgesehen (Der Herausgeber).

[3] Stellenweise wird die Blüte des echten Ehrenpreises, des Maßholder, der Aloe, des Faulbeerbaums und der Pflaume als Zeitpunkt für die Leinsaat betrachtet. Diese Merkmale geben natürlich mehr als Kalenderdaten und bei geschickter Handhabung können sie als Anzeiger der erforderlichen Durchwärmung des Bodens eine gewisse Rolle spielen.

zeit das wahrscheinliche Ende der Fröste abwarten. Auf bindigeren Lehmböden aber und in feuchten Gegenden muß man der erforderlichen Abtrocknung und Durchwärmung des Bodens bei der Ausführung der Vorbestellungsarbeiten des Bodens Rechnung tragen; deswegen wird die Einsaat später ausgeführt. Die früheste Saat des Leines treffen wir im Steppengebiet an, die späteste im nördlichen Gebiet, wo stellenweise der Saatbeginn auf den 21. Mai fällt. An den Grenzen der Leinkultur wird manchmal sogar Anfang Juni gesät; man hat aber gar keinen Grund, dieselben Daten auch auf den südlichen Teil des Flachsbaues zu übertragen; außerdem schwankt die Saatzeit auch mit den Jahren.

Indessen vertrug in den Versuchen von I. S. Schulow Lein, der am 30. April ausgesät wurde, Frühfröste im Mai bis zu — 2° C[1].

Manchmal wird der Flachs zu verschiedenen Zeiten nacheinander ausgesät, um erstens die Wirtschaft im Falle irgendwelcher ungünstiger Verhältnisse wenigstens mit einem Teil der Ernte zu versorgen, zweitens, um die Erntezeit auszudehnen und die Arbeitsverteilung während der Ernte möglichst gleichmäßig herzustellen. Man muß allerdings im Auge behalten, daß der Unterschied in der Reife gewöhnlich geringer ist als der Zwischenraum zwischen den einzelnen Saatzeiten, weil die später gesäten Pflanzen ihre Vegetationsperiode etwas verkürzen. Je früher die Einsaat erfolgt ist — je nachdem, wie das Trockenwerden des Bodens und das Nachlassen der Fröste es zuläßt —, um so besser ist es. So ließen sich die Unterschiede in den Ergebnissen je nach den Saatzeiten nach den Versuchen von I. S. Schulow durch folgende Zahlen ausdrücken:

	Strohertrag dz	Samenertrag dz	Faserertrag dz	Prozent der einkapseligen Pflanzen	Die Länge des produktiven Halmteiles[2] cm	Die Gesamtnummer der Faser[3]
13. Mai	26,5	3,2	5,1	55,9	50,7	15,4
22. Mai	22,5	2,3	3,6	53,9	47,2	12,4
31. Mai	22,6	1,9	4,1	41,1	47,9	12,2
9. Juni	21,4	1,2	2,9	36,2	39,2	10,1

Aber natürlich in einer anderen Gegend, die sogar auf derselben Breite liegt, aber einen schlechten, schwer durchwachsbaren Boden hat, werden die Ergebnisse andere sein. Jede Verzögerung aber im Vergleich mit dem für die betreffende Gegend üblichen Zeitpunkt ruft eine Ertragsverminderung hervor[4].

Die *Aussaatmenge* schwankt bei Lein je nach dem Ziel des Anbaues und nach der Wirtschaftsintensität innerhalb außerordentlich breiter Grenzen. Während im Steppengebiet beim Flachsbau zur Samengewinnung manchmal nur 2—3 *Maß* ausgesät werden, kann in Belgien bei spezialisiertem Anbau die Saatdichte beinahe bis auf 5,7 hl (2,4 dz und mehr, 1,5 dz dagegen erscheinen dort als gewöhnliche Menge) ansteigen. In Nordrußland werden meistens 75—90 kg ausgesät; etwas dichter wird in den Anbaugebieten wertvolleren Flachses gesät, z. B. im Gouvernement Jaroslawl 105—120 kg.

Bei den Versuchen der Leinstation der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje über die Untersuchung der Saatdichte sind folgende Ergebnisse erhalten worden:

---

[1] Siehe 2. u. 3. Ber. der Leinstation.

[2] Von den Samenlappen bis zur ersten Verzweigung. Die angeführten Werte sind Durchschnittszahlen für 5 Jahre.

[3] Die Zahlen dieser Reihe sind Durchschnittswerte von 2 Jahren.

[4] Siehe z. B. die Arb. d. Versuchsfeldes von Wolokolamsk 3. 1926.

Saatstärke	75 kg	112 kg	150 kg	187 kg	225 kg
Ernte an Leinstroh . . . . . dz	10,5	17,1	17,3	22,4	23,0
Ernte an Samen . . . . . dz	2,7	3,4	3,1	3,2	3,2
Ernte an gehechelter Faser . . dz	2,2	3,0	3,2	3,7	4,2
Länge des produktiven Halmteiles . . . . . cm	44,7	46,4	46,4	49,9	51,1
Mittlerer Durchmesser des Halmes . . . . . mm	1,1	1,0	0,93	0,95	0,87

Mit der Zunahme der Saatdichte (bis zu einem gewissen Grade) wächst nicht nur der Faserertrag, sondern es sinkt auch der Durchmesser des Halmes; infolgedessen steigt die Qualität der Faser. So haben wir nach den Messungen von TINE TAMMES nebenstehende Verhältnisse.

Durchmesser des Halmes	Faser %	Dicke der Faser in μ
0,5—1,0	35,3	17—18
1,0—1,5	30,6	18—21
1,5—2,0	26,7	21—25
3,5—5,0	15,2	25—51

Aber über eine bestimmte Grenze der Saatdichte hinaus wächst die Lagergefahr, abgesehen von der Verschlechterung der Ausreifeverhältnisse der Samen. Wird der Anbau des Samenleines bei dichter Saat zur Fasergewinnung getrennt betrieben (Holland), so fällt dieser Nachteil weg. Es bleibt nur die Lagergefahr, die je nach dem Klima und nach der Düngung verschieden ist. Sehr oft kann diese Gefahr den Leinbau dazu zwingen, die Aussaatmenge nicht über 150—180 kg zu steigern. Aber in Fällen, wie sie unlängst im Westen vorgekommen sind, wenn man als Anbauziel den Gewinn der dünnsten Faser für Spitzen und für die wertvollsten Batiststoffe verfolgt und wenn man die Lagergefahr mit mechanischen Vorrichtungen bekämpft (siehe weiter unten über die Fiederung des Leines), kann die Aussaatmenge bis auf 300 kg steigen.

Die Leinsamen müssen recht gleichmäßig über die Oberfläche des Feldes verteilt werden. Beim Anbau zur Fasergewinnung wird ausschließlich Breitsaat angewendet, die bei uns gewöhnlich mit der Hand ausgeführt wird. In Belgien wendet man gern zu diesem Zwecke die „Violine" (Schleuder- oder Propellerhandsämaschine) an.

Bei *Handsaat* empfiehlt es sich, das Saatgut in zwei Teile zu teilen, um die Saat zwecks größerer Gleichmäßigkeit in zwei Arbeitsgängen zu verrichten (über Kreuz oder bei Bewegung hin und zurück auf derselben Linie). Weil die flachen Samen dem Wind eine große Angriffsfläche bieten und infolgedessen stark „fliegen", so muß man zur Aussaat ruhiges Wetter wählen.

Die *Drillsaat* wurde früher beim Leinbau überhaupt vermieden. Aber es ist richtiger, nicht die Drillsaat als solche, sondern nur zu breite Zwischenräume zwischen den Reihen zu vermeiden, weil sie, indem sie mehr Luft und Licht zulassen, eine Neigung des Leines hervorrufen, Seitenzweige zu bilden, was hier unerwünscht ist. Umgekehrt, beim Anbau zur Samengewinnung sind die breiten Räume zwischen den Reihen durchaus am Platze. Die Befürchtungen hinsichtlich der Drillsaat des Faserleines fallen fort, wenn die Entfernung zwischen den Reihen 6—8 cm nicht überschreitet.

KUHNERT läßt übrigens eine Entfernung von 10—12 cm zu, aber bei größerer Dichte innerhalb der Reihen. OPITZ läßt sogar Entfernungen von 15 cm zu, um zwischen den Reihen mit Pferdegeräten hacken zu können[1].

Die *Unterbringung* der Leinsamen darf nicht tief erfolgen; 2—3 cm werden als beste Tiefe angesehen, weil der Samen klein und der Auflauf schwach ist. Wie

[1] Siehe bei TOBLER: Der Flachs als Faser- und Ölpflanze. 1928.

schädlich eine überflüssige Bedeckung bei feuchtem Boden ist, ist aus folgendem Versuch von Alois Herzog ersichtlich:

Saattiefe . cm	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	10
Aufgelaufene Pflanzen . %	94,5	94	89	63	41	31	24	13	—	—

Dieser Versuch wurde in sandigem Boden ausgeführt, dessen Feuchtigkeit fortwährend aufrechterhalten wurde.

In Belgien nimmt man an, daß die Saattiefe auf schwerem Boden 1,5—2, auf mittlerem Boden 2—2,5 und auf leichtem 3 cm betragen soll. Bei uns ist im Schwarzerdegebiet die Saattiefe infolge der größeren Porosität der Böden und der Trockenheit des Klimas etwas größer als im Norden.

Gewöhnlich bedient man sich zum Zudecken der Samen leichter Eggen oder Schleifen. Manchmal arbeitet man auch mit der umgekehrten Egge oder man flicht zwischen die Zinken der Egge Strauchwerk ein, um die Tiefe ihres Eingreifens zu verringern. Manchmal wendet man nach dem Eggen Walzen an (Ostseeprovinzen); aber die Festigung des Bodens, die mit der Gefahr einer Krustenbildung durch den Regen verbunden ist, kann manchmal ungünstig auf das Auflaufen der Samen einwirken.

Wie vorsichtig man in Belgien den Lein behandelt, zeigt der Umstand, daß bei den Walzarbeiten dort den Pferden Moorschuhe angeschnallt werden oder aber die Walze mit der Hand gezogen wird, wobei sich die Arbeiter unter die Stiefel kleine Bretter anschnallen, damit der Fuß nicht in den Boden einsinkt.

Bei feuchtem und warmem Wetter können die jungen Leinpflanzen nach 4—6 Tagen auflaufen; nach 8 Tagen ist das Feld bereits völlig grün. Bei trockenem Wetter dagegen erscheint der Lein 8—10 Tage nach der Einsaat, wobei er ungleichmäßig aufläuft, weil die oberflächlich liegenden Samen nur dann keimen, wenn sie Regen erhalten; dann tritt Zwiewuchs in Erscheinung, welcher die Qualität des Leines herabsetzt.

Je nach der Kulturintensität wird zur weiteren *Pflege des Leines* entweder eine große Sorgfalt (Belgien) oder überhaupt keine Bearbeitung (oft bei uns) angewendet. Bei zu starker Ebnung der Bodenoberfläche, die mit Lein bestellt ist, ist es möglich, daß ein starker Regen besonders auf ausgelaugten und lehmigen Böden eine Krustenbildung hervorrufen kann, die das Auflaufen der Pflanzen verhindert. Um diesem vorzubeugen, wird in den kleinen Wirtschaften des Westens die Leinsaat oft mit Spreu oder Strohhäcksel gestreut; gewöhnlich aber bekämpft man die Krustenbildung dadurch, daß man das Feld mit Holzeggen mit scharfen Zinken oder mit einer Stachelwalze bearbeitet.

Die darauffolgende Pflegemaßnahme ist das *Jäten* des Leines, das auf gut bearbeiteten Böden und bei guten Entwicklungsverhältnissen weniger nötig ist. Warmes und feuchtes Wetter begünstigt ein geschlossenes Wachsen; der Lein kann die Unkräuter ersticken. Bei kaltem und trockenem Wetter dagegen können die Unkräuter den Lein im Wachstum überholen; sind sie zahlreich, so ist das Jäten unbedingt nötig. In den verschiedenen Wirtschaften aber spielt häufig die Frage de Wirtschaftlichkeit eine entscheidende Rolle — es wird dort gejätet, wo man genügend Arbeitskräfte zur Verfügung hat.

Die Sorgfalt des Jätens hängt von demselben Faktor ab. So erfordert das Jäten in Friesland bis zu 15 Arbeitstage je Hektar, in Groningen 2 Tage; in Nordfrankreich ist ein Jäten dagegen unmöglich infolge des Mangels an Arbeitskräften. Genau so erscheint das Jäten des Leines auch bei uns stellenweise als eine gewöhnliche Maßnahme, in anderen Gegenden dagegen ist es völlig unbekannt (Gouvernement Moskau und Smolensk).

Stellenweise wird das Jäten in 2—3 Arbeitsgängen durchgeführt, indem man mit dem Augenblick beginnt, wenn die Pflanzen 5—7 cm lang sind und mit dem

Stadium aufhört, wenn die heruntergetretenen Pflanzen sich noch aufrichten können (18—22 cm). Wird nur einmal gejätet, so erfolgt dies bei einer Pflanzenlänge von 9—13 cm.

Durch das Jäten werden gewöhnlich Spergula arvensis, Alsine, Camelina sativa (der im jungen Stadium allerdings schwer vom Lein zu unterscheiden ist), Sinapis arvensis, Atriplex patula, Galium aparine und Convolvulus arvensis entfernt.

Die beiden letztgenannten Pflanzen werden nur in ihrem jugendlichen Zustand entfernt, weil sie später vom Leinstengel nur schwer abzutrennen sind. Um so mehr muß die Leinseide durch Jäten entfernt werden, die auf dem Lein schmarotzt, indem sie sich an dem Stengel durch Haustorien festklammert.

Man ist bestrebt, beim Jäten den Lein nicht zu sehr niederzutreten; es wird barfuß gearbeitet. Es wird empfohlen, sich dabei gegen den Wind zu bewegen, um den Pflanzen dadurch das anschließende Aufrichten zu erleichtern. Ist der Lein sehr zart (bei dichter Saat), so bedient man sich beim Jäten besonderer kleiner Bänke[1], um die Pflanzen nicht niederzutreten. Das Jäten muß rechtzeitig erfolgen, nicht bei nassem Wetter und möglichst vollständig, weil die Unkräuter, abgesehen davon, daß sie dem Lein das Licht wegnehmen, ihm auch noch Feuchtigkeit und mineralische Nahrung entziehen; sie leisten ihm auch mechanischen Widerstand, indem sie die Flachspflanzen miteinander verflechten wie Galium oder, weil sie sich später schwer trennen lassen und den Wert der Faser beim Sortieren herabsetzen. Bei sehr trockenem Wetter kann das Jäten dem Lein ebenfalls schädlich sein, weil mit dem Unkraut zusammen durch trockene Erdklumpen auch der Lein herausgezogen werden kann. In Irland werden in solchen Fällen die Unkräuter mit einem Messer abgeschnitten.

Die Leinsamen müssen von der Seide gereinigt werden. Ist sie auf das Feld geraten, so können die Ansteckungsherde nur mit den Leinpflanzen zusammen vernichtet werden, und zwar dadurch, daß die befallenen Pflanzen entweder in Säcken vom Felde fortgetragen werden oder dadurch, daß Stroh darüber gefahren und auf den von der Seide befallenen Stellen verbrannt wird.

In Deutschland werden die Leinpflanzen zur Bekämpfung des Unkrautes manchmal mit Eisenvitriol von solcher Konzentration bespritzt, bei welcher der Hederich bereits vernichtet wird, der Lein aber noch keinen Schaden erleidet (17—25 %)[2]. Die Bespritzung erfolgt, so lange der Lein noch nicht länger als 5 cm ist. In Irland wird zu demselben Zwecke Kupfervitriol verwendet (2—4 %) in dem Stadium, wenn der Lein bereits 12—15 cm hoch ist[3].

Der Schaden, der durch die Unkräuter verursacht wird, wird oft unterschätzt. Als Beispiel seien hier die Zahlen eines der Versuche der Leinstation (Petrowsko-Rasumowskoje) aus dem Jahre 1925 angeführt, wobei das reine Material künstlich durch einzelne Unkräuter verunreinigt wurde.

Die Gesamternte an Lein betrug (Prozent der Kontrolle)[4]:

Bei % der Verunreinigung		0 %	1 %	5 %	10 %	15 %
Ampferblättriger Knöterich	Unkräuter	100	99	89	75	56
Leindotter	Unkräuter	100	69	58	41	28

[1] Die Bänke werden bei einer Zerteilung des Leinfeldes in Beete angewandt, wobei die Ränder von Arbeitern gejätet werden, die in Furchen stehen, die Mitte dagegen von den Bänken aus, auf die man sich mit dem linken Knie und mit der linken Hand stützt.

[2] Siehe Kuhnert: Der Flachs. Thaer-Bibliothek.

[3] Siehe Lasarkewitsch: Le Lin. 1925.

[4] Siehe Lein und Hanf 1926, Nr. 3.

Bei dichten Saaten, die im Auslande angewendet werden, wird unter anderen Pflegemaßnahmen, falls die dichtstehenden und sich gegenseitig beschattenden Pflanzen zum Lagern neigen, eine künstliche Stützung des Leines — „*Fiederung*" — beschrieben. Dies wird mit Hilfe von Stöcken weniger gut wie bei den Erbsen erreicht; vollkommener dagegen durch folgende Methode. An beiden Seiten eines jeden Beetes werden in den Furchen Pfähle mit einer Gabel am oberen Ende aufgestellt. Auf diese Gabeln werden entlang der Beete lange Stangen gelegt, die Stangen werden mit Reisig bedeckt, welches durch Pressen unter Steinen so vorbereitet worden ist, daß die Zweige möglichst in einer Ebene liegen. Das Reisig wird in einer dünnen Schicht bis zu einem Fuß über der Erde aufgelegt, der Lein streckt sich schnell, er drängt sich zwischen den Zweigen durch und wird von ihnen gestützt, so daß das Lager vermieden wird. In Nordfrankreich wurde diese Methode in Valenciennes, einer Gegend, die durch sehr feine Spitzengewebe berühmt ist, angewandt; stellenweise wurde sie auch in Südbelgien angetroffen. Indessen wird nach neueren Nachrichten die Fiederung des Leines in Belgien nicht mehr angewendet[1].

Während seiner Entwicklung wird der Lein oft von *tierischen* wie *pflanzlichen Schädlingen* befallen.

In seinen ersten Entwicklungsstadien wird der Lein vom *Erdfloh* (Aphtona euphorbiae) befallen, der mit den ersten warmen Frühlingstagen erscheint. Er ist durch frühe Saat zu bekämpfen, weil über 3 cm große Pflanzen vom Erdfloh nicht mehr befallen werden. Ebenfalls hilft auch eine späte Einsaat, die nach dem Verschwinden des Erdflohes aufläuft; die zeitlich mittlere Saat kann vom Erdfloh am meisten geschädigt werden. In Belgien wird als Maßnahme gegen den Erdfloh ein Walzen des ganz jungen Leines mit einer Holzwalze angewendet; das Zerdrücken der Erdklümpchen und die Festigung des Bodens sind für den Floh ungünstig. Oft werden Flohfänger gebraucht (Rahmen auf Rädern) mit einem gespannten Gewebe, das mit Teer beschmiert ist oder mit einem anderen Klebstoff (z. B. mit einem Gemisch von Melasse und Petroleum).

Als gefährlicher Schädling tritt oft der „*Leinwurm*" auf, eine graugrüne Raupe (Plusia gamma = Ypsiloneule), die im Sommer die Leinblätter auffrißt. Diese Raupe tritt manchmal in solchen Mengen auf, daß sie riesige Verheerungen anrichtet. Um ihrer Vermehrung vorzubeugen, wird empfohlen, für genügende Reinheit des Feldes und des Saatgutes von Unkräutern zu sorgen; manchmal wird aber mit Absicht strichweise Rübsen angebaut, um die Raupen anzulocken und sie dann zu vernichten. Um die Fortbewegung der bereits vorhandenen Raupen zu unterbinden, werden die nichtbefallenen Teile des Feldes mit Gräben umzogen (35×35 cm) mit senkrechten Wänden; die hineinfallenden Raupen werden vernichtet. Bei großer Eile werden auch ganze Leinstreifen ausgemäht, quer zur Fortbewegung der Raupe; diese Streifen werden mit Walzen, Eggen und Schleifen bearbeitet, um den anrückenden Feind zu vernichten. Andere Raupen fressen den Inhalt der Leinkapseln aus und vernichten dadurch die Samenernte; so z. B. die Raupe von *Heliothis dipsaceus*, die bei uns z. B. im nördlichen Kaukasus großen Schaden anrichtet. Sie klettert am Stengel bis zur Spitze hinauf, frißt eine Öffnung in die Kapseln und vernichtet durch diese Öffnung die Samen, ohne ganz in die Kapsel einzudringen. Die Raupe von *Conchylis epilinana* wohnt innerhalb der Kapsel und frißt ihren Inhalt aus. Die von ihr befallene Kapsel scheint anfangs von außen völlig unbeschädigt.

Von den *pflanzlichen Parasiten* wird der Lein am häufigsten durch den *Leinrost* (Melampsora lini) befallen. Er tritt etwa während der Blütezeit des

[1] Frost: a. a. O.

Leines auf den oberen Blättern in Form von Rostflecken auf (Bildung von Uredosporen). Späterhin bildet er schwarze Flecken (Teleutosporen) auf den unteren Teilen des Stengels und den unteren Blättern; die letztere Form ist besonders schädlich, da sie die Festigkeit der Bastbündel herabsetzt und die volle Entwicklung der Samen stört. Bei der Verarbeitung des „rostigen" Leines entsteht eine Faser von schlechterer Qualität: schwarzfleckig, brüchig, deswegen sinkt auch die Ausbeute; ein bedeutender Teil der Faser geht mit dem Abfall verloren.

Nach den Beobachtungen von Tobler (Sorau) leiden die Bastfasern bei starkem Befall durch Melampsora, und zwar werden sie dünnwandig und verlieren ihre Festigkeit an den Stellen, wo die Hyphen hindurchdringen. Deswegen können solche Pflanzen keine befriedigende Faser liefern. Eine andere Beschädigung wird durch einen späten Rostbefall hervorgerufen, wenn das Mikroskop noch keine deutliche Zerstörung der Bastfaser feststellen kann. Die von dem Pilz durchsetzten Gewebe erscheinen, als wenn sie mit irgendeiner Substanz imprägniert wären, mit einer Substanz, welche die Pektinsubstanzen vor den Röstbakterien schützt. Deswegen trennen sich die Bastfasern an diesen Stellen nicht von den benachbarten Geweben; der geröstete Lein bleibt bunt („Tintenspritzer" der deutschen Bauern)[1]. Unter anderen Maßnahmen gegen Rost wird auch ein sorgfältiges Reinigen der Samen von Stengel- und Blattbruchteilen, mit denen die Pilzsporen verschleppt werden, empfohlen.

Die Maßnahmen gegen den Rost sind vorläufig noch nicht genügend erforscht. Gewöhnlich wird empfohlen, den Flachsanbau auf solchen Stellen, wo schon früher Rost beobachtet worden ist, zu vermeiden. Wird der Lein vom Rost befallen, so wird eine frühe Ernte empfohlen, um wenigstens einen Teil der Ernte zu retten.

Asterocystis radicis ruft den sog. *Flachsbrand* hervor. Die von dieser Krankheit befallenen Pflanzen welken und lagern. Die Erkrankung kann sich über ein ganzes Feld ausbreiten (Belgien). In Amerika (Dakota) tritt *Fusarium lini*, wodurch ein Welken des Leines hervorgerufen wird, als bedeutender Schädling der Leinkultur auf. Es wird ein Beizen der Leinsamen mit Formalin und eine regelmäßige Fruchtfolge empfohlen. Außerdem schaden noch: die Flachsanthraknose (Colletotrichum lini), die eine Erkrankung des auflaufenden Leines hervorruft, die Wurzelfäule (Thielavia lini), Polyspora lini (Brüchigkeit des Halmes, Braunwerden) und andere Pilze[2]. Die *Fäulnis des Leines*, während er noch auf dem Halme steht, entsteht leicht bei Lager, das durch Regen hervorgerufen wird, besonders bei dichter Saat. In Westeuropa wird der gelagerte Lein gewöhnlich vor dem üblichen Zeitpunkt geerntet und ohne Trocknung geröstet („grüne Röste").

Der Lein blüht, wenn er eine Summe der mittleren Tag- und Nachttemperaturen von 1200° C erhalten hat. Dieser Zeitpunkt fällt in den Juni oder Juli je nach dem Breitengrad des Anbauortes. Vor der Blüte ist feuchteres Wetter erwünscht, welches das Längenwachstum fördert; nach der Blüte trockeneres, damit die Samen ausreifen können (wenn man sie ernten will) und damit sich der Lein nicht unter dem Gewicht der Leinkapseln lagert. Die Samen reifen 2—3 Wochen nach dem Öffnen der Blüten (bei einer Temperatursumme von etwa 1450° C), die Reife fällt in den Juli oder August. Zuerst ist der Inhalt der Samen wäßrig; sie zeigen eine weiße Färbung. Späterhin werden sie reicher an blauer Substanz, sie beginnen sich gelb zu färben (mit dem breiten Teil angefangen); dann werden sie hellbraun, sie werden hart und zeigen an dem spitzen Ende die charakteristische Krümmung.

[1] Siehe Tobler: Zur Kenntnis der Lebens- und Wirkungsweise des Flachsrostes. Z. Faserforschg. 1921.

[2] Näheres siehe bei Bondarzew: Pflanzenkrankheiten, und ebenfalls bei Kletschetow u. a.: Z. Leinw. 1926; Lein u. Hanf 1927. — In deutscher Sprache findet sich eine umfangreiche Übersicht über die Erkrankungen und Beschädigungen des Leines im Buche von Tobler: Der Flachs als Faser- und Ölpflanze. 1928.

d) Die Zeit der Leinernte. Ernte- und Trocknungsmaßnahmen.

Die *Leinernte* wird je nach dem Zweck des Anbaues in verschiedenen Stadien ausgeführt, angefangen mit dem Stadium der Blüte bis zur vollen Samenreife.

Man kann ungefähr drei Ernteperioden abgrenzen[1], und zwar: Die erste Periode (*Grünreife*) beginnt mit der Blütezeit und endigt mit dem Gelbwerden nur des unteren Stengelteiles, mit dem Welkwerden der unteren Blätter und der Bildung der Kapseln, die noch grün sind. Die Samen sind noch „in der Milch" oder erhalten hier und da gelbe Fleckchen; aber die allgemeine Färbung des Feldes ist noch grün. In diesem Stadium liefert der Lein die dünnste, glänzende und leicht zu bleichende Faser; sie ist aber um so weniger fest, je früher der Lein innerhalb der Grenzen dieser Periode geerntet wurde. Eine sehr gute Faser erhält man nach der Blüte (z. B. nach 8 Tagen); sie ist nicht nur fester, sondern auch gleichmäßiger als in der Blütezeit, und die Ausbeute ist höher. Die Samen werden bei der Ernte vor der Blüte gar nicht ausgenutzt (der Lein wird ohne Trocknung geröstet), nach der Blüte sind sie gewöhnlich als Viehfutter geeignet (oder als menschliches Nahrungsmittel), aber sie haben in sich noch nicht genügend Öl abgelagert. Zur Saat sind sie absolut untauglich. In diesem Stadium wird der Flachs häufig in Irland, Holland und Ostflandern geerntet.

Die zweite Periode (*Gelbreife*) beginnt bei den Merkmalen, die das Ende der ersten Periode bestimmen und endet mit dem Gelbwerden der Blätter und des Stengels in der oberen Hälfte (etwa drei Viertel der Höhe). Dabei beginnen die Kapseln braun zu werden, *die Gesamtfärbung des Feldes ist gelb*. Die Samen sind zur Hälfte gefärbt oder sie sind an der ganzen Oberfläche gelb geworden. In dieser Periode ist die Faser, wenn auch nicht so zart wie in der ersten, so doch fester. Je früher sie innerhalb der Grenzen der zweiten Periode geerntet wird, um so verhältnismäßig zarter ist sie und um so leichter läßt sie sich bleichen. Die Samen sind nur zur Ölgewinnung brauchbar, wenn sie zu Beginn der zweiten Periode geerntet werden; jedoch gegen Ende werden sie auch als Saatgut verwendbar. Zur Ernte in diesem Stadium der „späten Gelbreife" ging man zuerst in Holland, dann in Belgien, Frankreich und Irland nach dem Kriege über, als Rußland aufhörte, Westeuropa mit seinen Samen zu beliefern. In der Tschechoslowakei und Deutschland neigte man auch früher schon dazu, dieses Stadium abzuwarten, indem man nicht nur Fasern, sondern auch keimfähige Samen gewinnen kann.

Die dritte Periode (*Vollreife*) beginnt mit dem Ende der zweiten Periode bis zu der Zeit, wenn Stengel und Kapseln vollständig braun und die Samen hellbraun, hart und glänzend geworden sind. Die Krümmung des unteren Endes wird deutlicher ausgeprägt. Die Kapseln fangen während dieser Zeit an, bei Erschütterungen zu rascheln. Die Samen sind jetzt am ölreichsten und als Saatgut sehr brauchbar; die Faser wird aber gegen Ende dieser Periode grob und hart; sie läßt sich schwer bleichen. Bei uns fällt die Ernte überhaupt vorzugsweise in diese Periode. Um so mehr wird der Steppenlein zur Ölgewinnung (Steppengebiet) ohne jede Rücksicht auf die Qualität der Faser, die dort meistenteils nicht genutzt wird, geerntet.

Je nach den Zielen des Anbaues ändern sich auch die *Erntemethoden*. Bei dem Anbau ausschließlich zur Samengewinnung wird der Lein gewöhnlich gemäht, weil die Stengel gewöhnlich nicht zur Fasergewinnung benutzt werden. Bei der schlechten Qualität der Faser würde sich die Arbeit nicht lohnen. Bei einem Anbau zur Fasergewinnung dagegen, wenn man eine möglichst große Stengellänge anstrebt, wird der Lein ausschließlich durch *Raufen* geerntet, d. h. er wird mit den Wurzeln herausgerissen. Dabei werden gewisse Vorsichtsmaßregeln

[1] Siehe Stebut und Kossow: a. a. O.

beobachtet. Man bemüht sich z. B., die Pflanzen senkrecht nach oben herauszuziehen, um das Abreißen der Stengel zu vermeiden; man nimmt nicht zuviel Stengel auf einmal, um dabei das Unkraut leichter entfernen zu können; man faßt ferner nicht zu tief an, sondern näher zu den Kapseln, weil es hierdurch möglich ist, niedrigeren Flachs und tiefwachsende Unkräuter nicht mit herauszuziehen.

Man bemüht sich, den Lein dann zu raufen, wenn er nach Regen oder Tau wieder abgetrocknet ist; schräggeneigten Lein rauft man so, daß man sich in der Richtung der Neigung fortbewegt. Gelagerten Lein erntet man so früh wie möglich, noch vor der allgemeinen Ernte, um die Faser vor dem Verderben zu retten.

Das Raufen des Leines erfordert einen großen Arbeitsaufwand, und zwar 20—30 Arbeitstage je Hektar. Als der russische Lein vom westeuropäischen Markt verschwand und Versuche gemacht wurden, den Leinbau in Ländern auszudehnen, in welchen die Arbeitskräfte nicht so billig sind wie bei uns, wurden deswegen in kurzer Zeit in den Nachkriegsjahren bedeutende Erfolge auf dem Gebiete der Maschinenerfindung zum Raufen des Leines erzielt, wobei eine ganze Zahl von Konstruktionen erschienen ist. Hierher gehört die amerikanische Maschine Push-Tombyle, in welcher der arbeitende Teil aus drei Paar rotierender Rollen, die mit Kautschukhüllen umkleidet sind, besteht. Durch die Bewegung von Rechen wird der Lein an diese Walzen herangedrückt — jedes Paar derselben zieht durch seine Rotation die Stengel an sich und reißt sie bei einem gewissen Druck (der durch den Kautschuk verringert wird) aus der Erde und befördert sie nach hinten auf ein sich bewegendes Tuch, das die Stengel zum Bindeapparat bringt. Diese Walzen können an jedem beliebigen Selbstbinder angebracht werden. Langer und kurzer Lein wird mit gleicher Leichtigkeit geerntet; gelagerter aber und vom Winde geneigter Lein läßt sich nicht ernten. Die mittlere Leistung beträgt 1 ha am Tage, die Höchstleistung bis zu 2 ha.

Eine andere (englische) Maschine Marshall, ist auf einer anderen Grundlage gebaut. Der Lein wird durch Rechen gerauft, die auf einem endlosen Band angebracht sind und die sich oberhalb nach vorn, unter der Maschine nach hinten bewegen. Beim Umkehren nach unten trennt jeder Rechen einen Teil der Stengel ab, die Zacken dringen zwischen den Stengeln durch und gleiten nach oben, bis sie die Verzweigungen und die Kapseln erreichen, die durch den Kamm nicht hindurchschlüpfen können. Dann werden die Stengel durch einen Kamm in der Richtung zum hinteren Teil der Maschine herausgerissen. Beim Übergang über den Wendepunkt nach der oberen Seite gleitet der Rechen aus den erfaßten Stengeln heraus; diese fallen zu Boden. Diese Maschine erntet 2—4 ha je Tag. Sie verlangt aber sofortige Entfernung der gerauften Stengelbündel, damit die Maschine längs derselben Feldkante frei arbeiten kann.

Die dritte Maschine (Vessot) rauft den Lein mit Hilfe sich bewegender unendlicher Riemen, die durch Federn aneinandergedrückt werden und unter einem Winkel von 45° in den stehenden Lein eindringen. Die erfaßten Stengel werden durch die Bewegung der Riemen herausgerissen und in senkrechter Richtung nach hinten befördert, wodurch ein Verflechten der Stengel vermieden wird. Diese Maschine wurde in Kanada sehr günstig beurteilt; auf den europäischen Wettbewerben aber traten vorzugsweise die beiden erstgenannten Maschinen in Erscheinung[1].

[1] Siehe z. B. Aufsätze von Schneider: Faserforschg. **1922**, H. 1. — Ebenfalls W. Müller: Dtsch. Faserstoffe u. Spinnpflanzen. München 1922. — Neben den Maschinen, die den Lein ausraufen, wurde noch ein besonderer Pflug vorgeschlagen, der die Leinwurzeln in einer Tiefe von 4 cm abschneidet und dadurch das darauffolgende Raufen mit der Hand erleichtert.

Ohne von weiteren Varianten zu sprechen, sei hier erwähnt, daß Maschinen dieser Art sich einer großen Aufmerksamkeit bei den westeuropäischen Flachsbauern erfreuen, weil sie die Leinernte sogar in der gegenwärtigen Form wesentlich verbilligen. Zweifellos steht aber auf einem derart neuen Arbeitsgebiet noch eine Reihe von Vervollkommnungen und Vereinfachungen bevor (bekanntlich ergeben sich die einfachsten Lösungen nicht sofort).

Der geraufte Lein wird in kleinen Bündeln (eine Handvoll) gesammelt, die Wurzelenden werden nach Möglichkeit ausgeglichen und die Unkräuter entfernt. Die Bündel werden auf den Boden gelegt, nachdem sie mit 2 oder 3 Leinstengeln, seltener mit Strohbändern, zusammengebunden worden sind. Manchmal, was besser ist, werden sie auch nicht zusammengebunden kreuzweise aufeinander auf den Boden gelegt. Hierauf wird verschieden verfahren, je nachdem, ob der Lein sofort geröstet wird („grüne Röste") oder ob er zuerst getrocknet, gedroschen (oder geriffelt) und erst später geröstet wird.

Im ersteren Falle läßt man den zu Garben zusammengebundenen Lein für lange Zeit in pyramidenähnlichen Hocken[1] stehen; diese Hocken werden in Gruppen, jede in 2—3 Reihen, aufgebaut. An sie werden dann Bänke mit daran befestigten eisernen Kämmen (mit nach oben gerichteten Zinken) zum Abtrennen der Kapseln herangetragen. Die Garben werden aufgebunden, durch die Kämme gezogen und wieder zusammengebunden, um zum Rösten abtransportiert zu werden. Bei sehr früher Ernte trennen sich die Kapseln nicht ab.

Dieses Verfahren wird teilweise in Belgien angetroffen, ist aber in Hessen, Westfalen und Irland weiter verbreitet.

Im zweiten Falle wird der Lein zuerst mit Hilfe recht verschiedener Methoden getrocknet, und zwar: a) der geraufte Lein wird auf eine abgemähte Wiese, auf eine Koppel oder auf ein Stoppelfeld zusammengefahren und dort für kürzere Zeit ausgebreitet, um die Stengel und vor allem die Kapseln zu trocknen. Die Garben werden dabei aufgebunden, sie werden von Zeit zu Zeit umgewendet, bis die Kapseln so weit abgetrocknet sind, daß sie bei Bewegung rascheln. Beim Ausbreiten in dünner Schicht bei trockenem und klarem Wetter und beim Umwenden des Leines ist diese Methode anwendbar; sie verlangt aber eine geeignete freie Fläche. Im Falle, daß es regnet (und sogar wenn es taut), wird solcher Lein unwillkürlich einer Röste unterzogen, die dabei unregelmäßig vor sich geht. Die auf dem Boden liegende Seite wird mehr geröstet als die obere, die äußeren Stengel stärker als die inneren; bei regnerischem Wetter kann die Faser leicht verderben. Für die Samen ist diese Methode ebenfalls ungeeignet, das Ausreifen erfolgt ungleichmäßig, bei reiferem Lein sind Samenverluste möglich. Bei regnerischem Wetter können die Kapseln infolge einer zu starken Röste der Stengel abfallen.

Deswegen sind solche Methoden besser, bei denen der Lein *ohne Ausbreitung auf der Erde* getrocknet wird. Dies wird erreicht entweder b) durch Zusammenbinden des Leines in kleinere Garben oder *noch besser* c) durch Trocknung des nichtzusammengebundenen Leines.

Im ersteren Falle werden die zusammengebundenen Bündel (26—31 cm Umfang) zu Böcken (je 3) oder zu dachförmigen Kapellen (je 30) in Nordsüdrichtung aufgestellt, damit beide Teile des Daches gleichmäßig von der Sonne beschienen werden. Die Bündel werden oben zusammengebunden, damit man die unteren

[1] Z. B. senkrecht zu je 3 Bündeln, ähnlich wie die Gewehre in Pyramiden. Der frisch geraufte Lein darf nicht in Haufen zusammengebracht werden, weil er sich erhitzt; er kann daher seine Festigkeit, die Farbe der Faser verlieren, er kann dabei außerdem durch die Entwicklung von Pilzen geschädigt werden, so daß ihn weder Rösten noch Bleichen wieder herzustellen vermögen.

Enden bequem auseinanderschieben kann, um größere Standsicherheit und bessere Trocknung herbeizuführen. Der Lein bleibt in Kapellen bis zum völligen Abtrocknen stehen; dann werden die Bündel zu größeren Garben zusammengebunden und auf den Hof gefahren. So wird in vielen Gegenden Hollands und Belgiens verfahren. Bei uns dagegen werden stellenweise (z. B. im Gouvernement Kostroma) kleinere Garben, die oben zusammengebunden sind, zu je 10 Stück zusammen in 2 Reihen zur Trocknung und Ausreife aufgestellt. Stellenweise werden die Garben einzeln aufgestellt, mit dem Stoppelende nach unten, wobei die Wurzeln auseinandergeschoben werden (Litauen, Livland).

Diese Methoden erreichen ihr Ziel um so besser, je kleiner die Bündel sind, je öfter sie kontrolliert und umgewendet werden; und dennoch trocknen besonders bei Regen die Stellen, an denen die Stengel zusammengebunden sind, schlechter durch; in ihnen setzt eine vorzeitige Röste der Faser ein (bei der endgültigen Röste sind diese Stellen überröstet). Um das Trocknen zu beschleunigen, werden die Leinbündel oft auf Kleereiter oder Zäune (Gouvernement Wologda, Pleskau) aufgehängt. In Holland (Provinz Groningen) werden ebenfalls Kleereiter benutzt.

Diese Böcke bestehen aus 3 Grundpfählen, welche die Rippen der Pyramide bilden und aus 3 wagerechten Pfählen, die an den ersten drei in einer Höhe von etwa 18 cm über dem Boden befestigt werden. Die Bündel des angetrockneten Leines werden auf die wagerechten Pfähle mit den Kapseln nach dem Innern der Pyramide gerichtet gelegt, mit einer kleinen Neigung nach außen, damit das Wasser ablaufen kann. Die nächsten Bündelreihen werden mit einer gewissen Verschiebung nach innen gelegt, so daß eine Pyramide aus Leinbündeln entstehen kann. Die Spitze wird mit Stroh befestigt. Ist der Lein in Pyramiden zusammengelegt, so betrachtet man ihn als gegen Regenschaden gesichert. Um aber eine wasserdichte Pyramide aufzustellen, ist ein gewisses Geschick erforderlich; bei Mangel an Erfahrung empfiehlt es sich, die unterste Bündelreihe mit den Enden auf den Boden zu stützen, wobei man jedoch an den Pyramidenecken Öffnungen zum freien Luftzutritt vorsieht.

In den Pyramiden bleibt der Lein 14 Tage stehen, um dann entweder zur Aufbewahrung in Scheunen gefahren oder zur Überwinterung in kleinere Diemen (400—500 Garben) zusammengelegt zu werden. Im Laufe des Winters wird er allmählich gedroschen; die Röste wird in Groningen gewöhnlich auf den nächsten Sommer verschoben.

Viel besser und gleichmäßiger lassen sich die Leinstengel bei einer *senkrechten* und *nicht zusammengebundenen* Aufstellung trocknen. Zu diesem Zwecke werden die nicht zusammengebundenen Bündel zu Kapellen zusammengestellt mit Hilfe zweier oben gegabelter Stützen und einer auf ihnen wagerecht liegenden Stange, an welche die Leinstengel gelehnt werden. Ist die Kapelle fertig, so wird der Dachfirst zurechtgemacht; manchmal werden die aus der Kapelle zu mehreren herausgezogenen Stengel an jeder Seite in Knoten zusammengebunden, wobei ihre Kapseln in der Gesamtmasse bleiben — um die Stengel vor einem Verflechten durch den Wind zu schützen und die Öffnungen für den Luftzutritt offen zu halten. Dann werden die Stange und die beiden Stützen entfernt, um zur Aufstellung einer neuen Kapelle zu dienen.

In Belgien bedient man sich zum Aufbau der Kapelle sogar nur einer Stütze zum Stützen der ersten Bündel, weil die Leinstengel und -kapseln recht fest aneinander haften.

Kuhnert beschreibt folgende Methode zum Aufstellen von „Kapellen“: Zwei Arbeiter, die sich gegenüberstehen, stellen ein Bein so vor, daß sich die Knie berühren. Danach lehnt der eine an die Knie zwei Bündel, wobei er sie dadurch befestigt, daß er die Kapseln des einen Bündels zwischen die Kapseln des anderen schiebt. Dasselbe tut der zweite Arbeiter auch. Daraufhin werden die Knie auseinandergezogen und an den vier ersten Bündeln werden von beiden Seiten auf die gleiche Art weitere Bündel befestigt, bis die Länge der Kapelle ungefähr ein Meter groß ist. Dann werden die äußeren Bündel, die nach dem

Zentrum der Kapelle geneigt stehen, in den oberen Teilen durch mehrere Leinstengel an die übrigen gebunden; somit erreicht die Kapelle eine genügende Festigkeit[1].

In gut aufgebauten belgischen Kapellen kann der Lein wochenlang im Felde bleiben; man braucht keinen Regen zu fürchten. Je nach den Eigenschaften des Leines werden „dünne" oder „dichte" Kapellen aufgestellt. Vor allem kann sich zarter Lein ohne Stütze in den Kapellen nicht halten; er wird durch ein Gitter unterstützt oder es wird extra für ihn eine besondere Kapelle mit einer Stütze aus Weidenruten gebaut.

Der in den Kapellen getrocknete Lein wird zu Garben zusammengebunden und auf den Hof zum Riffeln gefahren und dann geröstet; oder, was in Belgien üblich ist, er wird in Diemen oder Schuppen gelagert, oft sogar mit den Kapseln, für mehr oder weniger lange Zeit, wobei die Röste bis zur nächsten Saison aufgeschoben wird. Bei uns wird Lein, der auf die eine oder andere Art im Felde getrocknet worden ist, hinterher oft in primitiven Trocknungsanlagen zu Ende getrocknet, um das Abstreifen der Kapseln und die nachfolgenden Operationen (Brechen und Schwingen) zu erleichtern. Der Lein aber, der künstlich getrocknet wurde, liefert keine solch zarte, weiche, biegsame und feste Faser wie Lein, der in Kapellen getrocknet wurde und in Schuppen ausgelagert hatte.

Um die Samen aus den Kapseln zu entfernen, werden entweder die Stengel zuerst geriffelt oder aber der Lein wird ohne Entfernung der Kapseln gedroschen. Eine der verbreitetsten Methoden der Kapselentfernung ist das „*Riffeln*" des Leines (wie schon weiter oben erwähnt wurde bei der Besprechung der Leinernte zur Grünröste). Dabei wird der Kamm, über den die Stengel gestreift werden, entweder in der Mitte einer Bank, an der gleichzeitig zwei Arbeiter arbeiten können, oder am Ende eines Wagens, in den die abgetrennten Kapseln fallen, oder zwischen zwei Pfählen (oder Wänden) auf einem festen Brett befestigt. Die Kammzinken haben eine Länge von 18—22 cm und sitzen unten in einer Entfernung von 0,5 cm voneinander entfernt.

Das Bündel mit Leinstengeln wird zuerst im oberen Teil gelöst, dann wird es hinter die Zinken des Kammes gebracht. Durch wiederholtes Ansichziehen (nicht zu schnell, um den Lein nicht zu zerreißen) dringen die Kammzinken immer tiefer zwischen die Stengel. Sind die Kapseln abgetrennt, so werden die am oberen Ende angefaßten Bündel noch einmal durch den Kamm gezogen, wobei auch der Wurzelteil gekämmt wird, um die Stengel in eine parallele Lage zu bringen und die oberen Enden zu reinigen.

Neben den Handgeräten werden im Auslande noch Maschinen zur Entfernung der Kapseln angewandt. Bei uns dagegen wird im Interesse der Verbilligung und Vereinfachung neben den stählernen und eisernen Kämmen vorgeschlagen, Holzkämme zu benutzen[2].

Manchmal verfährt man umgekehrt. Das Bündel wird mit Hilfe gespaltener Pfähle eingeklemmt, die Kapseln werden mit Kämmen, die mit einem Handgriff versehen sind, *abgekämmt*. An Stelle eines Kammes bedient man sich in solchen Fällen solcher Geräte, in denen die Zinken durch Messer ersetzt sind (8), die auf einem gemeinsamen Eisen sitzen und mit der Schnittkante nach der Seite des Handgriffes hin gerichtet sind. Dabei werden die Kapseln nicht mehr abgerissen, sondern abgeschnitten. Allerdings besteht die Gefahr, auch den oberen Halmteil abzuschneiden. Zum Abschneiden der Kapseln benutzt man ebenfalls Messer,

[1] Über die Vergleiche der verschiedenen Trocknungsmethoden siehe in der Spezialliteratur, z. B. Lein u. Hanf. 1926, im Aufsatz von Klubow u. a.

[2] Melnikow: Z. Leinwirtschaft 1925.

Sense oder Beil. Die Sense wird dabei mit einem Lappen umwickelt; ihre Schnittkante (oder die eines Messers) läßt man den oberen Teil entlanggleiten, indem man den oberen Garbenteil auseinanderwickelt, aber nicht auseinanderbindet (seltener schlägt man mit dem Leinbündel auf die Schnittkante einer unbeweglich befestigten Sense). Bei ungleichmäßigem Binden der Garben können hier die oberen Stengelteile stark beschädigt werden. In noch höherem Maße werden die Stengel durch Abhacken der Kapseln mit einem Beil verkürzt; es wurde empfohlen, auch die Wurzelenden abzuhacken, gewöhnlich wird dies aber nicht gemacht, um Arbeit zu sparen, weil beim Rösten und Raufen die Wurzeln oft sowieso vernichtet und entfernt werden.

Das *Dreschen* überhaupt verdirbt mehr oder weniger den oberen Stengelteil, geschweige denn das Dreschen mit Flegeln, bei dem die Stengel verwirrt werden. Ein derartiger Drusch und ebenfalls ein Drusch mit Walzen oder mit Pferden, die in Gruppen auf dem Druschplatz, der mit Flachs ausgelegt ist, herumgetrieben werden, ist nur im Steppengebiet zum Drusch des Ölleines anwendbar, wo die Faser nicht genutzt wird; dort wird dieses Verfahren auch geübt.

Verhältnismäßig weniger verdorben wird der Faserlein bei vorsichtigem Dreschen durch *Klopfen*, mit kleinen *Walzen*, mit *Schlägern* von geeigneter Form. Dabei verfährt man auf verschiedene Art. Es wird z. B. ein Brett an einem Wagen oder Schlitten befestigt; der Arbeiter legt die Garbe darauf, indem er das obere Ende etwas gelöst hat und schlägt mit dem Stock darauf. Die Kapseln zerspringen und fallen in den Wagen (oder auf die Druschfläche). In Belgien wurde lange Zeit ein derartiger Schläger mit einem gebogenen Handgriff angewandt; dieser Schläger ermöglichte es, im Stehen auf die Garben zu schlagen, die auf dem Fußboden auseinandergebunden und aufgelöst sind. Die Garben werden gewendet, um beide Seiten zu bearbeiten. Danach werden die gedroschenen Stengel abgeschüttelt und von neuem zu Garben zusammengebunden.

In Irland wird zum Dreschen des Leines eine Maschine gebraucht, die aus zwei massiven gußeisernen Zylindern besteht, durch deren Rotation die Kapseln der mit den oberen Enden herangebrachten aufgebundenen Leingarben zerdrückt werden. Dabei fällt der größte Teil der Samen heraus, der Rest wird durch einen Schlag mit der Garbe auf einen Holzblock entfernt.

Die Maschinen zum Dreschen des Leines müssen so eingerichtet sein, daß zwischen den Walzen nur die Kapseln hindurchgehen, die Stengel dagegen der Einwirkung der Walzen nicht ausgesetzt werden. Dies wird dadurch erreicht, daß die Stengel parallel zur Walzenachse gelegt und so von einem endlosen Band transportiert werden, daß nur ihre oberen Enden, an denen die Kapseln sitzen, dem Walzendruck ausgesetzt werden.

Und dennoch erscheint als eine der richtigsten Methoden das Riffeln der Kapseln mit darauffolgendem Dreschen, und nicht der Drusch der Leinstengel zusammen mit den abgetrennten Kapseln. Die abgetrennten Kapseln können, falls sie abgeschnitten worden sind und noch an kleinen Stengelchen sitzen, in kleine Haufen zusammengetragen werden (zum Trocknen, falls nötig, in dünner Schicht, mit wiederholtem Umschaufeln). Die durch das Riffeln abgetrennten Kapseln werden in Getreideschobern in Reihen von 2 cm Stärke in Abwechslung mit Stroh oder Heu gelagert; anderenfalls erwärmen sie sich, die Samen können ihre Keimfähigkeit verlieren. Das endgültige Trocknen der Kapseln wird vor dem Drusch oft in Trocknungsanlagen durch künstliche Wärme herbeigeführt. Das Dreschen erfolgt mit leichten Flegeln, stellenweise werden auch Pferde getrieben.

e) Die Leinröste. Die Rolle der Mikroorganismen und die Einwirkung der Temperatur. Wasser- und Tauröste.

Die Leinstengel werden einer Reihe weiterer Operationen unterzogen, um die reine Faser, die Bastbündel abzutrennen. Wir wollen bei der Beschreibung dieser Operationen in ihrer einfachsten Form, mit der man es in der Landwirtschaft gewöhnlich zu tun hat, stehenbleiben.

Es sei jedoch erwähnt, daß die Grenze zwischen der landwirtschaftlichen und technischen Verarbeitung des Leines in den verschiedenen Ländern verschieden gezogen wird. So wird in Belgien der Lein gewöhnlich noch „auf der Wurzel" verkauft. Die Röste wird gar nicht von denen ausgeführt, die den Flachs gebaut haben, sondern von Spezialisten, die in für die Röste günstigeren Verhältnissen wohnen.

Vor allem wird der Lein *geröstet.* Dem Rösten geht das *Sortieren* voran, zur Erreichung einer möglichst großen Gleichförmigkeit des zu röstenden Materials. Der Zweck dieser Maßnahme ist der, die Verbindung zwischen den Bastfasern und den sie umgebenden Zellen des Korkparenchyms und gleichzeitig mit dem von innen anliegenden Holzteil zu unterbrechen. Bei den gewöhnlichen *biologischen Röstverfahren* wird dies mit Hilfe von Mikroorganismen erreicht, welche die Pektinsubstanzen zerstören und dadurch die Trennung der genannten Stengelelemente voneinander erleichtern. Fribes fand im Laboratorium von Winogradsky eine anaerobe Bakterienart, die in Reinkultur unter bestimmten Verhältnissen alle die Folgen hervorrufen kann, die bei gewöhnlichem Rösten des Leines beobachtet werden. Dieser Mikroorganismus zerstört die Pektinsubstanzen[1] wie auch viele Kohlehydrate, aber nicht die Rohfaser, wie Omelansky zeigte.

Die *Bakterien der Leinröste,* welche die Pektinsubstanzen nach Art der Buttersäuregärung zerstören, und die von den einen als Plectridium pectinovorum (Störmer), von den anderen als Granulobacter pectinovorum[2] (Beyerink und van Delden) bezeichnet werden, haben in der natürlichen Umgebung jedoch eine ganze Legion von Begleitformen (in bedeutendem Maße aerobe Formen), die an sich nicht die Röste herbeiführen können, die jedoch dadurch nützlich sind, daß sie, indem sie sich anfangs schnell vermehren, den Sauerstoff verbrauchen und dadurch Verhältnisse schaffen, die für die spezifischen anaeroben Bakterien — die Zerstörer der Pektinsubstanzen — günstig sind.

So entwickeln sich stark die Bakterien, die dem Bacterium coli commune u. a. Bakterien ähnlich sind, die keine Sporen bilden; außerdem noch zahlreiche Mikrokokken. Auf der Flüssigkeitsoberfläche erscheinen Pilze, ähnlich wie Oidium. Auf den Stengeln selbst: Hefezellen usw.

Die Mikroben der Pektingärung vernichten die Verbindung zwischen den Parenchymzellen, deren Mittellamellen aus Pektinsubstanzen bestehen. Infolgedessen wird die Verbindung zwischen den Bastbündeln und dem Holzteil vernichtet; gleichfalls werden auch die Bündel voneinander frei (Ome-

[1] Die Pektinsubstanzen stehen den komplizierten Kohlehydraten nahe; sie sind aber weniger widerstandsfähig als die Rohfaser und enthalten außer reinen Kohlehydraten auch noch eine kleine Menge ähnlicher Kerne, die aber einen stärkeren Säurecharakter besitzen (mit Karboxylgruppen). Bei der Hydrolyse unter Säureeinwirkung ergeben sie am häufigsten Galaktose und Arabinose (in anderen Fällen Dextrose). Ebenso ergeben die Pektinsubstanzen auch bei der Bakterien- (gewöhnlichen) Röste lösliche und gärungsfähige Produkte.

[2] Sie werden als ziemlich große Stäbchen beschrieben, die bei der Sporenbildung die charakteristische Form eines Trommelstockes annehmen.

Was die Terminologie angeht, so wird neuerdings vorgeschlagen, die hierhergehörenden Formen, die von verschiedenen Verfassern beschrieben worden sind, wieder unter einem gemeinsamen Namen Bacillus amylobacter zu vereinen, weil die Unterscheidungsmerkmale unbeständig sind. — Siehe Übersicht von Minervin: Die mikrobiologischen Grundlagen der Röste. Z. Lein u. Hanf, Ausg. „Ralo". 1925.

LANSKY, STÖRMER). Die Substanz, welche die einzelnen Bastzellen in der Länge der Faser verbindet, zeichnet sich durch weit größere Widerstandsfähigkeit aus.

STÖRMER nimmt an, daß die Mittellamellen im Innern der Bastbündel Holzcharakter besitzen. Man muß aber bemerken, daß es bei den gewöhnlichen Farbreaktionen der Holzfaser (mit Phlorogluzin und Anilin) oft unbekannt bleibt, welche chemischen Verbindungen als Ursache der Reaktion im betreffenden Falle anzusehen sind.

Bei normalem Gärungsverlauf wird diese Verbindung nicht zerstört. „Überröstet" man aber die Faser, so ist ein Zerfall in Einzelfasern oder in Gruppen möglich. Dies verdirbt den Lein als solchen; aber bei der Umwandlung des Leines in ein der Baumwolle ähnliches Material („Kotonisierung" des Leines) wird ein derartiger Zerfall bewußt hervorgerufen; er wird bis zur möglichsten Vollkommenheit durchgeführt.

Es gibt Fälle, wo nicht nur die Verbindung zwischen den Zellen sondern auch die Fasersubstanz selbst zerstört wird; dann spricht man von einer Leinfäulnis. Wie OMELANSKY zeigte, hat diese Zerstörung der Rohfaser mit der Tätigkeit der Mikroben der Pektingärung nichts gemeinsames; sie wird durch völlig andere Mikroorganismen hervorgerufen (Methangärung der Rohfaser)[1].

Indessen ist dieser Fall ein Sonderfall; gewöhnlich hat *die Röste das Ziel, nur eine leichte Abtrennung der Bastbündel unter Wahrung eines möglichst hohen Maßes ihrer Festigkeit und Länge* herbeizuführen.

Wird die *Röste in warmem Wasser* ausgeführt, so wird der Prozeß wesentlich beschleunigt und bereits wenige Stunden lassen die eintretenden Veränderungen sowohl in den Eigenschaften der Röstflüssigkeit als auch in der Menge und Zusammensetzung der ausgeschiedenen Gase bemerken; bald danach auch die Veränderungen des der Röste unterworfenen Materials.

Wir wollen den Verlauf des Prozesses bei 30—33° C verfolgen. Im Laufe der ersten 3—4 Stunden erfolgt ein Aufquellen des Strohes, die Verdrängung der in ihm enthaltenen Luft, weswegen ein leichtes Sinken des Spiegels der Flüssigkeit und eine Vergrößerung des scheinbaren spezifischen Gewichtes des Strohes zu beobachten ist; ferner wird eine bedeutende Menge an Substanzen gelöst (Glukose, Eiweißstoffe, lösliche Eiweißstoffe oder Produkte ihrer Hydrolyse, ebenfalls aschehaltige Substanzen). Die noch klare Flüssigkeit wird deutlich gefärbt, indem sie sich mit organischer Substanz anreichert. Die Ansäuerung (durch Titrieren mit $KMnO_4$) wächst schnell und erreicht ihr Maximum (z. B. 26,2) nach 4 Stunden seit Beginn der Röste. Infolge der Auslaugung erreicht der Gewichtsverlust der Stengel bereits nach 5 Stunden den halben Gewichtsverlust während der ganzen Röstdauer[2].

Die Anreicherung mit organischen Substanzen macht die Lösung zu einem günstigen Substrat für die Entwicklung der begleitenden Bakterienflora, die diese Substanzen vergärt. Vorläufig geht dieser Prozeß aber nur in der Flüssigkeit vor sich, ohne die Stengel zu erfassen.

Schon nach 1—1½ Stunden treten die ersten Gärungsanzeichen in Form eines leichten Schaumes an den Wänden des Gefäßes auf. Bald wird das leichte Sinken des Flüssigkeitsspiegels durch ein energisches Anschwellen desselben beobachtet, infolge der Ausscheidung von Gasen — der Produkte der Bakterienarbeit. Zuerst entsteht ein Strom kleinster Bläschen, dann erfolgt die Gasausscheidung so energisch, daß „der Prozeß in dieser Zeit mit einer starkkochenden Lösung verglichen werden kann", wobei das Kochen durch eine riesige Ansammlung leichten Schaumes begleitet wird; in die 8. und 9. Stunde fällt das

[1] Siehe die Arbeit von OMELANSKY: Zbl. Bakter. 12, 1903.

[2] Die Zahlen sind dem Bericht von I. I. RJABOW über Versuche mit der Warmwasserröste auf der Versuchsstation der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje entnommen.

Maximum der Gasausscheidung, z. B. bis zu 1610 ccm auf 1 kg Stengel je Stunde). Das Gas ist brennbar, der Schaum auf der Oberfläche der Röstflüssigkeit explodiert beim Anzünden mit heftigem Knall (Gehalt an Wasserstoff, Methan). Von der Masse der sich entwickelnden Mikroben wird die Flüssigkeit schnell trübe, der Gehalt an organischen Substanzen in ihr sinkt; es erfolgt eine Umkehr im Gang der stürmischen Gärung — sie fängt ebenso rasch an zu sinken, wie sie entstanden ist, und nach 16—17 Stunden seit Beginn der Röste stirbt diese Periode der stürmischen („schäumenden") Gärung ab, der Flüssigkeitsspiegel sinkt derart, daß man Wasser hinzusetzen muß. Zu dieser Zeit sinkt die Ansäuerung (z. B. bis auf 13,0—15,0), die Menge an gelösten Substanzen (trockener Rest) bis auf 6—7 g je Liter; beide Größen bewahren ungefähr dasselbe Niveau bis zum Schluß der Röste. Der Säuregrad der Flüssigkeit beträgt 2[1], wobei vor allem Essigsäure entsteht, aber noch keine Buttersäure, die für die Pektingärung charakteristisch ist. Die Mikrobenzahl steigt entsprechend dem Gang der Gasausscheidung; z. B. wurden nach $1^3/_4$ Stunden etwa 48 Mill. je ccm, nach 10 Stunden etwa 600 Mill. beobachtet. Weiterhin nimmt die Mikrobenzahl in der Flüssigkeit schnell ab, entsprechend den sichtbaren Merkmalen des Abflauens der ersten (stürmischen) Gärung.

Man könnte annehmen, daß das Absterben des Bakterienlebens in der Flüssigkeit unter der Einwirkung des Sauerstoffverbrauches eintritt. Störmer hat aber gezeigt, daß es genügt, Soda hinzuzusetzen, um eine neue Welle der Vermehrung der Begleitformen hervorzurufen. Infolgedessen scheinen die organischen Säuren, die bei der Gärung entstehen, der Hauptfaktor zu sein, der die Gärung in der Flüssigkeit unterdrückt. Die Energie der stürmischen Gärung kann man durch Wechseln des Wassers verringern[2].

Die stürmische Gärung, die *in der Lösung* stattfindet, erzeugt Verhältnisse für sekundäre (anaerobe) Prozesse, die bereits die *Stengel selbst* angreifen (Pektingärung). Zwischen der 1. und der 2. Gärungsperiode tritt ein kurzer Stillstand von $2^1/_2$—3 Stunden ein. Die 2. Gärung entwickelt sich langsamer und erreicht lange nicht die Intensität der 1.; der ganze Prozeß verläuft ausgedehnter und ungleichmäßiger. Der Säuregrad wächst anfangs sehr schnell, dann langsam. Der Prozentsatz des Röstverlustes wächst ziemlich gleichmäßig.

Den Beginn der *2. Periode* zeigt ein neues Anwachsen der Mikrobenzahl an (vor allem der Stäbchenmikroben, die auf den Stengeln in einer weit höheren Anzahl vorhanden sind als in der Flüssigkeit). Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß das technische Ziel der Röste sich erst in der 2. Periode zu verwirklichen beginnt. Nach Beendigung der 1. Periode bleibt die Verbindung der Bastbündel (unter sich und mit dem Holzteil) dieselbe wie auch vor der Röste; es werden nur die Peripherieteile des Stengels, die vom Bastteil nach außenhin liegen, angegriffen. Während der 2. Periode wird zuerst die Verbindung zwischen den Parenchymzellen und den Bastbündeln zerstört; dann dringt der Prozeß tiefer ein und die Bündel werden vom Holzteil vollständig getrennt. Bei weiterem Verlauf des Prozesses können die Elementarfasern von den benachbarten parallelliegenden Fasern abgespalten werden. Hierdurch wird aber im überrösteten Flachs die Verbindung der einzelnen Zellen zerstört, die ihre verdünnten Enden zusammenhält, indem sie einen Faden liefert, der der Länge nach vielzellig, in der Querrichtung aber vorzugsweise nur noch einzellig ist.

Weil die Pektingärung mit der Buttersäurebildung verbunden ist, so wird die 2. Periode durch eine große Beteiligung der Buttersäure an der Herstellung des allgemeinen Säuregrades charakterisiert, wie aus folgendem Beispiel ersichtlich ist:

[1] Siehe die weiter unten angeführte Tabelle.

[2] Die Gründe für und wider siehe in dem genannten Artikel von Minervin.

	Maximum d. 1. Gärung %	Ende der 1. Gärung %	Maximum d. 2. Gärung %	Ende der Röste %
Es entfielen vom allgemeinen Säuregehalt auf Buttersäure	9,8	27,7	35,7	37,0

Die Dauer der 2. Periode kann 60—80 Stunden bei der Warmwasserröste erreichen.

Zur Ergänzung der Ausführungen seien Ergebnisse, die sich auf einige konkrete Versuche mit der Warmwasserröste beziehen, erwähnt (mitgeteilt von I. I. Rjabow).

	Lein				
	aus dem Gouv. Smolensk Kr. Juchnow			aus dem Gouv. Moskau (nach Klee)	aus dem Gouv. Wologda (nach gebranntem Wald)
	a	b	c		
Teilgewicht des Strohes . . . . . kg	85	71	83	90	72
Die Dichte der Ausfüllung . . . kg/cbm	88	80	92	97	80
Gewichtsverhältnis „Wasser : Lein“ . . .	10,1	11,9	10,6	10,5	12,5
Mittlere Stundentemperatur des 1. Prozesses in Celsius	31,4	32,1	31,7	31,6	32,6
Mittlere Stundentemperatur des 2. Prozesses in Celsius	31,1	32,3	32,0	31,9	32,1
Gasausscheidung bei Umrechnung auf 1 kg Stroh in ccm:					
Im ganzen während des 1. Prozesses . .	6,535	4,092	5,538	6,418	28,192
Maximale Geschwindigkeit in der Stunde	1,310	1,402	1,200	1,605	4,236
Im ganzen während des 2. Prozesses . .	3,227	4,063	930	3,744	31,703
Maximale Geschwindigkeit in der Stunde	154	150	101	169	1,069
Oxydierbarkeit in ccm n/100 $KMnO_4$ auf 1 ccm Flüssigkeit:					
Maximale	26,2	28,3	23,9	43,7	55,0
Ende des 1., Anfang des 2. Prozesses .	14,5	15,2	17,7	18,3	19,1
Ende der Röste	12,2	15,7	17,0	21,5	18,1
Säuregrad in ccm n/100 NaOH auf 1 ccm Flüssigkeit:					
Ende des 1., Anfang des 2. Prozesses .	2,2	2,2	2,1	2,5	1,8
Ende der Röste	4,1	5,4	3,8	4,2	5,0
Der trockene Rest in g bei Umrechnung auf 1 kg Stroh:					
1. Bestimmung	50	—	64	58	72
(Stunden nach dem Beginn	6	—	6	4,5	7
Ende des 1., Anfang des 2. Prozesses .	60	—	66	50	56
Ende der Röste	70	—	73	68	75
Der Röstverlust in % des Strohgewichtes:					
Ende des 1. Prozesses	11,2	9,4	9,5	8,3	10,2
Ende der Röste	18,8	17,6	17,3	15,2	16,6
% an CO_2 im Gas (Volumen):					
Ende des 1., Anfang des 2. Prozesses .	—	67,2	—	69,3	50,7
Maximum	—	84,5	79,4	79,4	52,4
Ende der Röste	—	51,2	51,4	65,8	35,1
Dauer der einzelnen Röstperioden:					
1. Prozeß . . . . . Stunden	17	12	21,5	19	29
Ruheperiode . . . . . „	4 } 21	4,75 } 16,75	1 } 22,5	5 } 24	0 } 29
2. Prozeß . . . . . „	79	54	29	39	47

Unter gewöhnlichen Verhältnissen verläuft die Röste bedeutend langsamer, je nach der Temperatur. Ein vergleichender Versuch zeigt z. B. folgenden Unterschied:

Warmwasserröste	Dauer der Röste Stunden
Warmwasserröste (30—33° C)	60—100
Bei Zimmertemperatur (15—18° C)	280—300

Außer der *Temperatur* ist der Verlauf der Röste auch noch von der *Reaktion des Röstwassers* abhängig, die mehr oder weniger sauer werden kann, je nach der Wassermenge[1], die auf eine Einheit des Stengelgewichtes entfällt. Deswegen kann Wasserwechsel oder die Einführung neutralisierender Substanzen die Röste in den Fällen beschleunigen, wenn sie durch Anhäufung von Säuren gehemmt wird.

Störmer teilt mit[2], daß bei systematischen Versuchen auf einer Röstfabrik in Deutschland der Zusatz von Soda (um die sich gebildeten Säuren zu neutralisieren) die Dauer der Warmwasserröste manchmal um die Hälfte verkürzte (58 Stunden anstatt 100—120, durchschnittlich in mehr als 100 Einzelversuchen). In derselben Richtung wirkt auch der Zusatz von Kreide, wenn auch nicht so energisch wie Soda. Es seien hier Ergebnisse eines komplizierten Röstversuches (in großem Maßstabe) ohne Sterilisierung des Leines angeführt:

	Dauer der Röste Stunden
1. Gewöhnliche Warmwasserröste	120
2. Dasselbe mit Zusatz von Plectridium (in Reinkultur)	101
3. Mit Zusatz nur begleitender Organismen — Bakterien und Oidium .	104
4. Reinkulturen + Begleitformen	83
5. Nur $CaCO_3$	85
6. $CaCO_3$ + Begleitflora	75
7. Nur Soda	75

Offenbar wurde hier Soda auf einmal zugesetzt. Zweckmäßiger ist es, diese später hinzuzusetzen, wenn die Säurebildung bereits eingesetzt hat.

Offenbar ist als eine dieser *Neutralisationsmethoden* (bei gleichzeitiger Erhöhung der Stickstoffnahrung) der in der Praxis vorkommende Zusatz von Harn (1 % des Röstwassers) anzusehen, der bei der Gärung Ammoniumkarbonat auf Kosten des Karbamids (Harnstoffs) erzeugt.

Der *Wasserwechsel* kann auch dazu dienen, die Säuren zu entfernen; aber er verringert die Menge der Stickstoffsubstanzen und der Asche um so stärker, je später er ausgeführt wird.

Eine eigenartige beschleunigende Wirkung auf den Röstprozeß wurde bei der Verwendung von *Thomasmehl* beobachtet (Leinstation der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje), wie aus nebenstehenden Zahlen, die von I. I. Rjabow mitgeteilt wurden, ersichtlich ist.

	Röstdauer betrug		Verkürzung in
	ohne Thomasmehl Stunden	mit Thomasmehl Stunden	%
Versuch a	51	32	37
„ b	64	46	28
„ c	94	52½	44
„ d	81½	49	40
„ e	102	72	29

[1] Nach Klubow ruft bereits eine Erhöhung des Verhältnisses des Stengelgewichtes zum Wassergewicht von 3 auf 7 % eine Verlangsamung des Röstprozesses hervor. Bei zuviel Stengeln im Gefäß werden die Stengel nicht genügend ausgeröstet, falls man das Wasser nicht wechselt. — Sammlung der Vorlesungen über Leinwirtschaft. 1915.

[2] Zbl. Bakter. 13. 1904.

Außer der Beschleunigung des Röstprozesses rief Thomasmehl auch noch eine Steigerung der Faserqualität hervor.

Die Ursachen dieser Erscheinung müssen noch näher geklärt werden. Man kann hier aber außer einer neutralisierenden Wirkung des Kalkes in dem Thomasmehl auch noch eine positive Wirkung der Eisenverbindungen vermuten[1].

Außerdem kann man die Frage aufwerfen, ob nicht auch die Phosphate auf die Entwicklung der Röstmikroben günstig einwirken.

Weiter oben hatten wir die Wasserröste betrachtet, die „Wasserlein" liefert. Daneben gibt es aber auch noch die *„Trauröste"*, bei welcher der Lein anstatt im Wasser auf einer Wiese ausgebreitet und dort durch die Wirkung des Taues und des Regens geröstet wird. Obgleich diese Röste auch unter der Einwirkung der „atmosphärischen Faktoren" (wie man oft sagt) vor sich geht, so erscheint auch hier die Tätigkeit der Mikroben als Grundursache. Dies wurde durch folgenden einfachen Versuch gezeigt (Hauman). Wird Lein auf der Wiese zu je 2 Bündeln ausgebreitet und wird je 1 Bündel zeitweise der Wirkung von Formalindämpfen ausgesetzt (alle 2—3 Tage), um die Mikroorganismen abzutöten, so zeigt dieses Bündel nach einem Monat nicht einmal die Anfangsmerkmale einer Röste; das Kontrollbündel dagegen ist bereits völlig fertig und kann leicht gebrochen werden.

Es ist aber klar, daß der *„Taulein"*, weil er sich unter anderen Verhältnissen befindet, auch noch andere Mikroorganismen ernährt als der *„Wasserlein"*. In diesen aeroben Verhältnissen entwickeln sich Pilze, von denen die größte Rolle dem Rhicopus nigricans (von den Mucorineen) zugeschrieben wurde; aber jetzt ist festgestellt worden, daß sich unter diesen Verhältnissen mit noch größerer Energie Cladosporium herbarum entwickelt, dessen Myzel schließlich über die anderen Pilze vorherrscht (die Entwicklung der gewöhnlichen Schimmelpilze wie Penicillium, Aspergillus ist unerwünscht, sie setzen die Festigkeit der Faser selbst herab).

Störmer stellte auf durch die Trauröste geröstetem Lein zwischen anderen Organismen auch denselben spezifischen Erreger der Pektingärung (Pl. pectinovorum), der sich auch bei der Wasserröste entwickelt, fest. Er wirft die Frage auf, ob die begleitenden Organismen sogar bei einem Ausbreiten des Leines nicht anaerobe Verhältnisse schaffen können, die zur Entwicklung des Plectridium nötig sind. Jedoch ist diese Seite vorläufig noch nicht genügend geklärt. Weil die nach Beyerink im Text benannten aeroben Bazillen — subtilis, mesentericus vulgatus und asterosporus —, die Röste allein hervorrufen können, so sinkt das Interesse für die Mitteilung von Störmer.

Beim Taulein findet man auf den Leinstengeln auch den Bacillus asterosporus, mesentericus, subtilis u. a., die ebenfalls die Röste hervorrufen können, aber sie verlangen größere Feuchtigkeit als die Pilze; deswegen kann ihre Rolle nur bei Regenwetter von Bedeutung sein. Bei der periodischen Benetzung durch den Tau dagegen treten Pilze als Hauptorgane der Röste auf.

Bei uns in Rußland liefern die nördlichen Gouvernements vorzugsweise Tauleine, die westlichen dagegen Wasserleine.

Bei der *Trauröste* wird zum Ausbreiten des Leines eine trockene ebenfalls ebene Stelle ausgesucht, die vor Wind und Vieh geschützt ist. Je besser und gleichmäßiger der Boden mit niedrigem Gras bedeckt ist, um so besser ist eine solche Stelle zur Trauröste geeignet. Aus Mangel an solchen Wiesen wird der Lein auch auf Stoppelfeldern ausgebreitet, wenn die Stoppel die unmittelbare Berührung des Leines mit dem Boden genügend verhindert. Der sortierte Lein wird in regelmäßigen Reihen und in nicht zu dicker Schicht ausgebreitet. Je dünner die Schicht ist, um so gleichmäßiger und schneller erfolgt die Röste;

[1] Siehe weiter unten die Versuche von N. A. Djakonow in dieser Richtung.

eine um so größere Fläche ist aber auch erforderlich. Der auf diese Weise ausgebreitete Lein wird während einer mehr oder weniger langen Zeit geröstet, vor allem je nach dem Wetter. Bei warmem Wetter, bei Abwechslung regnerischer und sonniger Tage ist die Röste nach 2—4 Wochen beendet; bei kaltem und trockenem Wetter dehnt sie sich auf 6 und noch mehr Wochen aus. Bei uns beginnt man gewöhnlich mit der Röste im August oder sogar im September, so daß eine Verzögerung des Röstprozesses gefährlich werden kann. Es kommt vor, daß der Lein auch unter Schnee gerät. Um die Röste unter günstigen Verhältnissen, ohne sich zu beeilen und ohne Frost zu befürchten, auszuführen, zieht man es manchmal vor, die Röste bis zum Frühjahr oder bis zum Ende des nächsten Sommers zu verschieben. Während der Röste verlangt der Lein eine gewisse Aufsicht und Pflege. So werden die Reihen von Zeit zu Zeit gewendet, was einfach mit Hilfe einer Stange geschieht, die unter den Lein geschoben wird, damit die verschiedenen Teile gleichmäßig geröstet werden. Nähert sich der Lein der Reife und wechselt er in seiner Farbe von gelb nach grau, so beginnt man, Proben zu nehmen, d. h. man beobachtet, indem man in der Hand einige Stengel knickt, wie leicht oder schwer sich die Bastfasern ihrer ganzen Länge nach vom Holzteil trennen lassen. Oder man nimmt einige Handvoll verschiedener Stengel und bearbeitet sie auf der Knickmaschine und beurteilt dann, ob es nicht Zeit ist, die Röste abzubrechen.

Nachdem der Taulein genügend geröstet worden ist, wird er in ziemlich große Garben zusammengebunden (z. B. zu je 25 Pfd.) und unter Dach gebracht. Auf diese Weise erscheint die Tauröste als eine einfache aber langsame und infolgedessen für einen Unerfahrenen als eine weniger gefährliche Methode, die keine besonderen Vorrichtungen und keine besondere Übung verlangt. Dafür aber dehnt sich hier die Röste bis in den Spätherbst aus, die Abhängigkeit vom Wetter ist groß; es besteht die Gefahr, daß die Stengel durcheinandergeworfen und teilweise auch durch den Wind verschleppt werden, die Gefahr einer Beschädigung durch Vieh, einer Verwehung mit Schnee und darunter das Eintreten einer Fäulnis. Die Qualität des Produktes ist häufig nicht genügend gleichmäßig, die Ausbeute ist geringer als bei einer gelungenen Wasserröste.

Außerdem wird der Lein, weil man ihn im Herbst des Wetters wegen nicht an der Luft hat trocknen können, nicht selten auch in Darren, Dampfbädern usw. getrocknet, wobei er leicht übertrocknet wird, was der Qualität und der Faserausbeute schadet; die Faser ist häufig dunkel vom Rauch und brüchiger vom Übertrocknen. Deswegen ist es technisch besser (wirtschaftlich aber gewöhnlich schwerer), das Ausbreiten bis zum Frühjahr des nächsten Jahres oder sogar bis zur zweiten Hälfte des Sommers zu verschieben, aber so, um noch genügend warmes und klares Wetter mitzunehmen.

Die *Wasserröste* ist besser erforscht und unterwirft sich leichter einer Regulierung, einschließlich der Veränderung der Temperatur und der Reaktion der Umgebung.

Wir wollen zuerst bei der Betrachtung der gewöhnlichen Maßnahmen der Wasserröste, die unter natürlichen Verhältnissen verläuft, stehenbleiben. In diesem Falle üben die Röstverhältnisse auf die Qualität der Faser eine recht wesentliche Wirkung aus; daher das paradoxe Sprichwort: „Nicht der Boden, sondern die Röstgrube erzeugt den Lein." Es ist aber zweifellos, daß unter recht verschiedenen Verhältnissen eine gute Durchführung der Röste möglich ist, wenn die üblichen Maßnahmen diesen Verhältnissen entsprechen.

Die Wasserröste wird entweder in *stehendem oder in fließendem Wasser* ausgeführt. Bei uns wird häufiger das erstere angetroffen. Zu diesem Zwecke werden viereckige *Gruben* ausgehoben oder solche Stellen benutzt, wo der Grund-

wasserspiegel hoch ist oder wohin man das Wasser aus einem Fluß, einem See usw. leiten kann; es ist besser, wenn man das Wasser aus der Grube je nach Bedarf entfernen kann. Dann kann man die Röste in demselben Behälter wiederholt ausführen; ohne Erneuerung des Wassers aber entsteht eine erhebliche Verunreinigung durch die Gärungsprodukte. Die Gruben besitzen ein verschiedenes Fassungsvermögen je nach der Leinmenge; manchmal bestehen sie aus mehreren Abteilungen. Ihre Tiefe überschreitet aber 140—175 cm nicht, weil eine größere Wasserschicht sich schwer durchwärmen läßt; die angegebene Tiefe aber genügt vollkommen, um den Lein zu versenken. Die Grubenwände werden entweder ganz mit Holz ausgekleidet oder sie werden mit einem Holzgitter umgeben; manchmal werden sie auch durch Strohgarben oder Flechtwerk geschützt[1] oder aber sie bleiben ganz ohne Auskleidung; manchmal werden sie nur mit Stroh ausgelegt. Das *Wasser* darf nicht zu kalt sein; nicht kälter als 12° C, am besten 18° C. Das Wasser muß ferner weich, klar und nicht eisenhaltig sein, weil trübes Wasser dem Lein eine dunkle Farbe verleiht; vom Eisengehalt wird aber behauptet, daß er auf den Stengeln Rostflecke hervorruft.

Es muß aber bemerkt werden, daß alle diese Wasserbeschreibungen nach Augenmaß hinsichtlich der Eignung des Wassers zur Röste eine genaue Kontrolle für eine genauere Kenntnis und für die Anwendung physiko-chemische Grundlagen verlangen. Versteht man z. B. unter eisenhaltigem Wasser ein Wasser, das reich an Eisensalzen ist, so findet die gewöhnliche Meinung bei analytischer Kontrolle keine Bestätigung. Und zwar zeigten die Analysen von N. A. Djakonow (Versuchsstation in Pleskau), daß das Wasser guter Rösten im Durchschnitt mehr Eisen (4,89 %) als das Wasser schlechter Rösten (1,55 %) enthielt; das Wasser schlechter Rösten enthielt dagegen mehr Kalk als dasjenige guter Rösten. Nicht genug, die experimentelle Kontrolle zeigte, daß der Zusatz von Eisenoxydulsalzen ($FeCl_2$) in das Röstwasser die Eigenschaften der Faser verbesserte; die Faser wurde stahlblau. Die Wirkung von Eisenoxydsalzen (Fe_2Cl_6) war scheinbar noch günstiger[2]. Deswegen muß man anerkennen, daß die ganze Frage der Zusammensetzung des Röstwassers einer neuen Durchsicht bedarf.

Der Lein wird in der Röstgrube auf verschiedene Art *gelagert*. In dem einen Fall werden die Bündel wagerecht, in dem anderen dagegen senkrecht mit den Wurzeln nach unten untergebracht. An Stelle einer unmittelbaren Ausfüllung des Röstgefäßes benutzt man manchmal besondere Kisten (aus Latten), in welche der Lein gebracht wird. Solche Kisten („Ballons") erleichtern und beschleunigen die Arbeit, indem sie z. B. gestatten, fast den ganzen Lein auf einmal herauszuheben und das Stehen der Arbeiter im Wasser während des Einlegens überflüssig zu machen.

Nachdem der Behälter auf die eine oder andere Weise gefüllt worden ist, wird der Lein mit Stroh, Reisig (Erlenreisig wird vorgezogen) *zugedeckt*; darauf wird irgendeine Belastung (Steine, sogar Rasen) gelegt, um den Lein zum Sinken zu bringen. Um dies gleichmäßiger durchzuführen, wird manchmal auf den Lein ein Gitter gelegt, das der Oberfläche des Behälters entspricht; an Stelle einer Belastung verwendet man Querpfähle, deren Enden an den Pfählen, welche die Behälterwände bilden, befestigt sind. Zu Beginn der Röste erfolgt eine starke Gasentwicklung — Gärungsprodukte. Hierdurch kann der

[1] Manchmal werden zum Ausflechten der Röstkistenwände und zum Belegen des Bodens besonders Erlenzweige mit Blättern empfohlen, weil man den Erlenblättern die Eigenschaft zuschreibt, die Faser hellgrau zu färben; es ist möglich, daß hier eine Entstehung von Eisenverbindungen mit den Gerbstoffen der Blätter eine Rolle spielt.

[2] Siehe I. exper. Landw. 1. 1918.

Lein wieder hochkommen, deswegen muß man seine Lage im Behälter beobachten; nötigenfalls muß man die Belastung verstärken. Nach einer gewissen Zeit hört die stürmische Gärung auf, die Röstgrube beginnt einen charakteristischen Geruch zu verbreiten, der Lein hat das Bestreben, auf den Boden des Behälters zu sinken. Der Verlauf der Röste und die „Reife" des Leines wird dadurch beobachtet, daß man Proben entnimmt, wie oben beschrieben wurde. Die Röstdauer ist recht verschieden. Je dünner und zarter der Lein, je weicher und wärmer das Wasser ist, um so kürzer ist sie und umgekehrt. Der sog. grüne Lein, d. h. Lein, der lange vor der Samenreife geerntet worden ist und ohne Trocknung geröstet wird, was manchmal im Auslande geübt wird, kann schon nach 5 Tagen fertig sein. Hier wird die Wirkung zweier Umstände summiert und zwar: außer der Feinheit des Leines selbst wirkt auch die hohe Temperatur des Wassers bei einer Sommerröste. Lein dagegen, der nach der Samenreife geerntet wird, verlangt gewöhnlich 8—14 Tage. Es sind Versuche angestellt worden, das Ende der Röste ungefähr nach einer gewissen Wärmedurchschnittssumme während des Aufenthaltes des Leines im Wasser zu bestimmen. Man rechnet, daß die durchschnittliche Temperatursumme zwischen 150° und 170° C schwankt, aber in Wirklichkeit ist diese Summe um so kleiner, je höher die Temperatur des Wassers ist.

Indessen bestätigt sich diese Umrechnung, die ein umgekehrtes Verhältnis zwischen der Zeit und der Temperatur zuläßt, unter den extremsten Verhältnissen nicht. Z. B. stellte sich heraus, daß bei künstlicher Röste, bei welcher die Temperatur sehr verschieden sein kann, die durchschnittliche Temperatursumme bedeutend geringer sein kann, wenn die Röste z. B. bei 35° C erfolgt; sie kann nach zweimal 24 Stunden oder etwas länger beendet sein (Frost).

Entscheidende Bedeutung besitzt aber die *Kontrolle auf Grund von Proben*, wozu hier größere Aufmerksamkeit und Übung erforderlich ist als bei der Tauröste. Wird der Lein überröstet, so wird die Verbindung zwischen den einzelnen Bastzellen zerstört, die Fasern verlieren ihre Festigkeit, ein bedeutender Teil der Faser geht bei der weiteren Verarbeitung als Werg und anderer Abfall verloren.

Bei einer *Röste in fließendem Wasser* benutzt man entweder einen Fluß, wobei die Benutzung der oben beschriebenen Gitterkisten zum Aufladen des Leines eine noch größere Rolle spielt oder man richtet den Behälter in der Nähe eines Flusses ein; man versieht ihn mit einem zuführenden und einem abführenden Graben, der eine geregelte Wasserzirkulation ermöglicht.

Eine *klassische Stelle der Wasserröste* ist der Fluß *Lys*, der teilweise auf der Grenze zwischen Frankreich und Belgien, teilweise im Innern Belgiens fließt. Die Leine der belgischen Seite ergeben eine bessere Faser, vor allem aus der Umgebung der Stadt Courtrai, daher auch der Name „Courtraier Röste". Die Eigentümlichkeit dieser Röste besteht aber in ihrer Wiederholung; der nicht völlig geröstete Lein wird getrocknet, wobei er bei der zweiten Röste endgültig geröstet wird.

Der Fluß Lys ist schon seit sehr langer Zeit als Röststelle bekannt. Schon im 16. und 17. Jahrhundert wurden Edikte erlassen, die das Rösten des Leines im Fluß verboten. In dem Gebiete aber, das sich auf etwa 80 km (mit der Stadt Courtrai im Zentrum) längs des Flusses ausdehnt, wurde die Leinproduktion zu einem derart wichtigen Wirtschaftszweige, die Bevölkerung hatte sich darin derart spezialisiert, daß die wirtschaftlichen Überlegungen die Oberhand gewannen, und jetzt ist die Röste im Flusse Lys nicht nur gesetzlich gestattet, sondern sie ist auch der Gegenstand einer ganz besonderen Beachtung. So ist z. B. in der Röstperiode (vom 15. April bis 15. Oktober) sogar die Schiffahrt auf diesem

Flusse verboten, um die Flachsröste nicht zu stören. Es wird angenommen, daß kein einziger Fluß der Erdoberfläche in der Fähigkeit, wertvollste Faser zu liefern, mit dem Fluß Lys in Wettbewerb treten kann; dieser Fluß wurde schon wiederholt als der „goldene Fluß" Belgiens bezeichnet.

Man war lange Zeit bemüht, das Geheimnis der belgischen Röste und vor allem das der chemischen Zusammensetzung des Flusses Lys zu erforschen. Sein Wasser ist allerdings weich, stellt aber in seiner Zusammensetzung nichts Besonderes dar außer der Tatsache, daß es eine bedeutende Menge an französischen Fabrikabfällen mitführt. Der Fluß fließt zwischen flachen Ufern, das Gefälle ist nicht groß, die Windungen sind bedeutend. Das langsame Fließen und vielleicht das reiche Vorhandensein organischer Substanzen im Wasser, welche die Stickstoffnahrung der Bakterien erhöhen, ergibt eine Umgebung, die für die Gärung günstig ist. Gleichzeitig existiert ein Wasseraustausch; es wird infolgedessen die Anhäufung organischer Säuren vermieden, wodurch gewöhnlich die Wiederholung der Röste in den Gruben gestört wird. Der Belgier dagegen füllt im Laufe des Sommers seine Gitterkiste etwa 20mal mit Lein. Der Umstand, daß die Flußufer von Wiesen umsäumt sind, bietet günstige Verhältnisse zum Ausbreiten des Leines zur Trocknung. Außerdem macht die Tatsache, daß der Fluß auf 80 km mit gärendem Lein angefüllt ist, der fortwährend wieder erneuert wird, aus dem Flusse einen Riesenbehälter mit einer Kultur von Röstmikroorganismen, so daß hier ein gewisses *„eigenartiges Zusammenwirken einer Massenkultur an Bakterien der Pektingärung"* stattfindet.

Aber auch damit ist noch nicht alles gesagt. Dort, wo der Fluß auf der Grenze zwischen Frankreich und Belgien fließt, besteht ein bedeutender Unterschied zwischen den beiden Flußufern. Während auf dem belgischen Ufer, soweit das Auge reichen kann, ein Röster neben dem andern arbeitet, und eine unendliche Reihe von Kisten sich im Flusse von einem Dorfe bis zum anderen ohne Unterbrechung ausdehnt, wird die Röste auf der französischen Seite fast gar nicht gefunden — trotzdem, daß Zollhindernisse für die Verfrachtung des Leines nicht bestehen, was aus der Tatsache ersichtlich ist, daß die belgischen Röster den Lein nicht nur in Belgien, sondern auch in Holland und Frankreich aufkaufen.

Deswegen ist in diesem Falle die Anwendung des bekannten paradoxen Sprichwortes: „Nicht der Boden, sondern die Röste erzeugt den Flachs", ungenügend. Hier tritt ein neuer Faktor auf — *eine große Bedeutung hat außer dem Boden und der Röste der Röster selbst.*

Die Bewohner dieses Gebietes haben sich während einer langen Reihe von Generationen in der Leinröste spezialisiert; ein jeder von ihnen hat seit seiner frühesten Jugend nichts anderes betrieben. Während der Bauer nur einmal im Jahre röstet, füllen diese Leute im Laufe des ganzen Sommers ihre Kisten ununterbrochen nur ein und aus. Arbeitsliebe und Beobachtungsgabe im Verein mit günstigen natürlichen Verhältnissen haben aus den Bewohnern des belgischen Ufers erstklassige Meister ihrer Sache gemacht. „Sie kennen ihre Arbeit bis zur kleinsten Einzelheit; obgleich ihre Bewegungen auf den ersten Anblick ungeschickt erscheinen können, sind sie doch außerordentlich produktiv. Eine jede Handbewegung führt einen Teil der erforderlichen Arbeit aus; alles, was sie tut, erfolgt so, wie es bei dem geringsten Zeit- und Kraftaufwand erfolgen muß"[1]. Dieser Umstand brachte die belgischen Flachsbauer außer aller Konkurrenz. Es ist deshalb die Arbeitsteilung begreiflich, bei der nicht nur die belgischen,

[1] Frost: Flachsbau in Holland, Belgien und Frankreich. 1909. Es ist charakteristisch, daß die Arbeitshymne der flämischen Bauern gerade mit dem Lein verbunden ist (ebendort S. 3).

sondern in bedeutendem Maße auch die Bauern der Nachbarländer vorziehen, den Flachs nur anzubauen, um ihn an die spezialisierten Röster, die in der Umgebung der Stadt Courtrai am Lys wohnen, zu verkaufen.

Die Röste erfolgt in Kisten, bei denen von den 4 Seitenwänden eine entweder völlig fehlt oder eine Türöffnung vorhanden ist. Der Boden ist meistens massiv, manchmal mit einem daraufgelegten Holzgitter versehen; damit das Wasser auch unter dem Lein zirkulieren kann; selten sind schmale Spalten angebracht. Die drei senkrechten Wände sind mehr oder weniger dicht. Jedenfalls wird diejenige Wand dicht gemacht, mit welcher die Kiste gegen den Strom gerichtet ist, um den Lein vor dem Schmutz zu schützen, den der „goldene Fluß" mit sich führt und um einen zu raschen Wasseraustausch in der Kiste zu vermeiden. Aus demselben Grunde werden auch Wände und Boden der Kiste mit Stroh oder alten Säcken ausgekleidet, auch wird der Lein von oben bedeckt.

Jede Kiste faßt gewöhnlich etwa 12 dz Leinstengel. Vor dem Füllen wird die Kiste an das Ufer mit ihrer vorderen offenen Seite geschleppt; nachdem sie mit Stroh oder mit anderem Material ausgekleidet worden ist, wird sie mit aufrechtstehenden Leingarben angefüllt. Diese großen Garben bestehen aus 4—6 kleineren Garben, die in ihrer Stellung untereinander abwechseln; die eine mit dem Stoppelende nach oben, die andere nach unten usw., um der ganzen Garbe eine völlige Zylinderform zu verleihen. Zwei Arbeiter langen die Garben heran, der dritte stellt sie senkrecht und dicht aneinander auf, wobei mit dem Lein mit größter Vorsicht umgegangen wird. Nachdem der Lein mit Säcken und Stroh zugedeckt worden ist, wird die Kiste allmählich[1] ins Wasser gelassen und im Laufe von 36 Stunden durch allmähliche Belastung mit Steinen, noch besser mit Holzklötzen ins Wasser versenkt, allerdings so, daß kein freifließendes Wasser über die Kiste hinwegströmt. Weiter wird die Last reguliert, daß ein Teil von ihr je nach Bedarf abgenommen wird (zur Verbindung der Kiste mit dem Ufer dienen ein paar Bretter).

Die 1. Periode der Röste dauert 5—8 Tage je nach der Wassertemperatur. Dann wird die Kiste herausgezogen und der Lein in Garben auf dem Ufer senkrecht aufgestellt, damit das Wasser herabrieselt; dann werden die Garben zum Trocknen abgefahren. Dort werden die großen Garben auseinandergebunden und die kleinen Garben werden in locker aufgestellten Kapellen getrocknet. In den Kapellen werden die Garben 2—3mal täglich mit der Innenseite nach außen gekehrt, wobei man die ganze Dicke der Garbe durchfühlt, damit keine untereinander zusammengeklebten Stengelbündel zurückbleiben.

Nach dem Trocknen wird der Lein wieder ans Ufer gefahren. Er wird noch einmal in die Kiste gebracht und endgültig geröstet. Darauf folgt das Trocknen und das Abfahren in Schuppen, wo der Lein bis zum Winter, wo er gebrochen und geschwungen wird, aufbewahrt wird.

Es werden *verschiedene Röstarten* angetroffen, an denen einzelne Elemente der belgischen Röste beteiligt sind, ohne allerdings, daß die Autoren der einen oder anderen Methode besonders erklären können, welche Maßnahme eben im Komplex der Manipulationen als die wesentlichste und die nützlichste erscheint. So gibt es z. B. eine Röste nach der Methode von Götze, die bei uns eine Zeitlang unter dem Namen „amerikanische" Röste sehr empfohlen wurde. Bei dieser Methode wurde das Wasser in den Behälter, der fest mit Leinstroh ausgefüllt

[1] Das allmähliche Einsenken wird durch folgende Überlegungen begründet. Der untere Teil der Kiste gerät in eine kältere Wasserschicht als der obere; deswegen muß er etwas länger geröstet werden. Eine andere Ausgleichsmethode besteht darin, daß bei der zweiten Röste die Stengel umgekehrt gelagert werden als bei der ersten; diese wird durch die Spuren des Flußschmutzes bestimmt, der die oberen Enden kennzeichnet.

war, hereingelassen; und nachdem der Lein naßgeworden war, wurde das Wasser wieder abgelassen. Der nasse Lein gärt, indem er sich stark erwärmt. Je nach dem Schlüpfrigwerden und der Temperatursteigerung wird der Augenblick bestimmt, wenn man die Gärung durch Zufuhr frischen Wassers abbrechen muß (etwa nach 40 Stunden). Eine zu weit geführte Gärung verdirbt sonst das Produkt, die Faserausbeute sinkt. Im 2. Wasser erfolgt die anaerobe Gärung mit Gasausscheidung. Sie dauert 9—27 Tage, dann wird die Gärung, je nach den Proben, abgebrochen und das Wasser abgelassen. Der geröstete Lein, der der Gärung unterworfen war, erwärmt sich jetzt nicht mehr („toter" Lein). Er wird herausgenommen und getrocknet.

Es wird betont, daß die Röstdauer nach dieser Methode bedeutend länger ist als am Flusse Lys. Offenbar hat die Selbsterwärmung keine beschleunigende, sondern eine hemmende Wirkung[1]. Es ist möglich, daß die durch den aeroben Prozeß hervorgerufene Temperatursteigerung auf die weitere Entwicklung des Plectridium ungünstig wirkt; die aeroben Formen aber werden in ihrer Entwicklung infolge der Versenkung ins Wasser lahmgelegt. Deswegen kann die Abwechslung entgegengesetzter Verhältnisse eine Verlangsamung der Röste hervorrufen im Vergleich mit dem Prozeß, der unter gleichartigen Verhältnissen vor sich geht; auf die belgische Röste, bei der keine aerobe Selbsterwärmung stattfindet, beziehen sich diese Ausführungen nicht.

In Frankreich wird auch noch eine sog. *„gemischte" Röste* angetroffen (Ruissage mixte), bei welcher der Lein zuerst in Wasser geröstet, dann aber nicht völlig durchgeröstet herausgenommen wird und dann auf den Wiesen zur Beendigung des Prozesses ausgebreitet wird.

Andere Methoden der Flachsröste. Infolge der langen Dauer und der Mühseligkeit der Regulierung der gewöhnlichen Röste, die dazu viel Handarbeit verlangt, sind viele Versuche gemacht worden, solche Methoden einer *„künstlichen" Röste* zu finden, die eine Mechanisierung des Prozesses ermöglichen und eine volle Genauigkeit und Bestimmtheit in seinem Verlauf gewährleisten. Es wurde vorgeschlagen, auf den Lein bald mit Dampf, bald mit heißem Wasser unter Zusatz verschiedener Reagenzien einzuwirken oder auch ohne jeglichen Hinzusatz. Andere schlugen wieder vor, den nassen Lein durchfrieren zu lassen, dritte wieder — den Lein überhaupt nicht zu rösten, sondern die Faser nur mechanisch abzutrennen, oder sie zuerst abzutrennen und dann erst zu rösten. Es wurden nicht wenig Patente erteilt, und oft wurden ganze Fabriken zur Ausnutzung der einen oder anderen Methode gebaut. Vorläufig aber bietet von allen diesen Richtungen das größte Interesse und die wirkliche Möglichkeit einer Ausnutzung nur die sog. *Warmwasserröste*, d. h. eine Röste in Wasser, das bis zu einer gewissen Temperatur erwärmt wird, die eine Entwicklung der Röstmikroben begünstigt, von 22—35° C bei den verschiedenen Variationen dieser Methode, wobei sich die Röstdauer von $2^1/_2$—5 × 24 Stunden ändert. In Deutschland ist die Warmwasserröste derart verbreitet, daß durch sie etwa 75 % des gesamten erzeugten Leines hindurchgehen.

Betrachten wir eine dieser Variationen einer solchen Röstmethode: Holz- oder Zementbassins von 4 × 4 × 2 m Größe werden mit einem zweiten durchlöcherten Boden versehen, unter welchem die Rohre der Dampf- und Wasserleitung hindurchgehen. In jedes Bassin werden etwa 12 dz Leinstroh gelegt,

[1] Siehe Artikel von Klubow in der Sammlung der Vorlesungen über Flachsbau. 1915, 359. — Teilweise kann die hemmende Wirkung durch die Entfernung der Nährstoffe beim Ablassen des Wassers hervorgerufen werden. Mit dem Wasser gehen lösliche Kohlehydrate, stickstoffhaltige Substanzen und ebenfalls aschehaltige Bestandteile, die aus den Leinstengeln herrühren, fort.

indem die Garben wagerecht gelegt und oben mit Querlatten befestigt werden. Danach wird Wasser eingelassen, dessen Temperatur möglichst gleichmäßig auf 35° C gehalten wird. Die Röste ist nach 48 Stunden beendet. Dann wird die Röstflüssigkeit abgelassen, das Bassin wird von neuem von unten aus mit Wasser gefüllt, damit es über die Ränder des Bassins hinwegläuft und Schaum und Schmutz mit sich fortträgt. Die Querlatten werden mit Besen gesäubert und dann wird der Lein herausgehoben und zur Trocknung an der Luft fortgefahren. Das Bassin wird sofort wieder mit Lein gefüllt, wobei der Behälter mit Absicht nicht sorgfältiger gereinigt wird, um die Röstbakterien nicht zu entfernen. So wird z. B. in Oenkerk (Friesland) gearbeitet, indem in jedem Bassin etwa 660 dz Lein im Verlaufe der Periode vom 15. März bis zum 15. September geröstet werden; im Winter bedient dieselbe Dampfmaschine die Abteilungen zum Brechen und Schwingen des Leines.

In anderen Fällen wird das Wasser niedriger erwärmt, z. B. auf 32° C (*Methode* Wanstin*kiste*); die Röste wird $2^1/_2$—3 Tage durchgeführt (wird eine wiederholte Röste angewendet, so 3—4 Tage) oder aber es wird nur bis 22° C erwärmt, dann verlangt die Röste $5^1/_2$—6 Tage (letzteres findet bei der Methode von Feyette statt[1]). Bei dieser Methode erfolgt das Füllen, Wenden während der Röste und Herausholen der Kisten mit Hilfe eines elektrischen Kranes; das Durchwaschen und die Entfernung des überschüssigen Wassers[2] erfolgt ebenfalls mechanisch; das Trocknen erfolgt durch angewärmte Luft. Bei der *Methode von* Feyette ist alles so berechnet, daß die Röste im Winter ausgeführt werden kann, wenn mehr Arbeitskräfte frei sind; dabei wird die Handarbeit auf ein Minimum herabgesetzt.

Über die „*Kanalröste*" nach Schneider (in welcher die Fortbewegung und das Ausladen der Ballons mechanisiert ist, als wenn wir es mit einem künstlichen Fluß zu tun hätten) und über andere Variationen der Röste siehe z. B. bei Lasarkewitsch[3].

Außer der Regulierung der äußeren Verhältnisse der Röste wurde wiederholt vorgeschlagen, die Zusammensetzung der Bakterien zu ändern und Reinkulturen aktiverer Bakterien einzuführen. Hierher gehört die *Methode von* Rossi, der eine aerobe Bakterie Bacillus Comesii isoliert hat, welche die Pektinsubstanzen zerlegen kann. Die Röste nach Rossi erfolgt bei ständigem Durchtritt der Luft durch die Flüssigkeit. Eine andere streng anaerobe Bakterie ist von Carbone gezüchtet worden. Die zuerst bei der Röste des Hanfes angewandte Methode von Carbone wurde später auch auf den Lein übertragen[4].

Alle diese Methoden sind biologischer Art. Sie unterscheiden sich von der Röste unter natürlichen Verhältnissen nur durch die Regulierung der Temperatur, um den Prozeß zu beschleunigen, und durch eine mehr oder weniger große Mechanisierung der Arbeit.

Wird aber die Warmwasserröste anstatt bei 35—37° bei 40° ausgeführt, so tritt bereits eine Verlangsamung der Röste infolge Unterdrückung der biologischen Prozesse ein. Bei einer Erwärmung bis zu 80—100° tritt wieder eine Beschleunigung der Röste ein, allerdings aus anderen Gründen — infolge rein physikalischer und chemischer Prozesse, wobei an Stelle der enzymatischen Wirkung die Temperatur als Beschleuniger der Reaktion auftritt. Es gibt z. B. Röstmethoden

[1] Wobei dem Wasser in dem Behälter eine langsame Bewegung verliehen wird, um den Lysfluß zu imitieren.

[2] Dies wird durch eine Zentrifuge erreicht, die das Auswringen des gerösteten Leines ersetzt. Nach den Versuchen der Leinstation der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje begünstigt das mechanische Auswringen (das hier mit einem Zerdrücken der Stengel verbunden ist), das den Schleim entfernt, nicht nur eine Verbesserung der Faserfarbe (sie wird heller), sondern sie erhöht auch ihre Qualität (mittlere Nummer).

[3] Siehe Lasarkewitsch: Le Lin. 1925; und bei Rjabow: Die Anfangsbearbeitung des Leines und des Hanfes in Deutschland. 1925.

[4] Siehe Carbone und Tobler: Faserforschung 2, 3. Heft.

mit Dampf, bei denen der Prozeß nach 6—12 Stunden beendet sein muß; bei Dampfwirkung unter Druck sogar schon nach $1^1/_2$ Stunden.

In einer ganzen Reihe von Methoden wird die Wirkung des Wassers auf die Pektinsubstanzen außer durch die Temperatur auch noch durch die Einführung von Laugen beschleunigt, wobei Soda, Pottasche (Aschenlauge), Lösungen von kieselsauren Alkalien, Ätzkalk, Ammoniak, grüne Seife usw. angewandt werden. Bei anderen Methoden werden schwache Lösungen von Säuren angewandt, z. B. 0,25 %, oder wieder eine Abwechslung in der Bearbeitung mit sauren und alkalischen Flüssigkeiten unter Erwärmung. Aus dieser Gruppe sei die *Methode von* Baur erwähnt (1892) als eine Methode, die mit der Beobachtung von Störmer (1903) übereinstimmt; Störmer beobachtete, daß, wenn man die Leinstengel zuerst mit Salzsäure bearbeitet, um das pektinsaure Kalzium zu zerstören, dann aber die Pektinsäure mit einer Lauge löst, die Röste sehr rasch und vollkommen erreicht wird. Nach der *Methode von* Baur, die als die *beste unter den chemischen Röstmethoden* angesehen wird, wird gerade zuerst eine Säure (Schwefelsäure 0,5 %) genommen, in einem sauren Bad wird der Lein 2—4 Stunden gekocht, für 2 Stunden aber wird er der Einwirkung eines alkalischen Bades unterworfen (Na_2CO_3 0,4 %); darauf erfolgt ein energisches Durchwaschen mit warmem Wasser. Man kann die Frage aufwerfen, ob hier die Bearbeitung mit der Säure nicht überflüssig lang und energisch ist.

Nur infolge eines Mißverständnisses wird unter den Methoden der „chemischen" Röste die *Methode mit Harnstoffeinführung* in das Bad bei 25° C beschrieben, bei welcher die Röste in zwei Tagen beendet ist, wobei einfach 1 l Harn auf 100 l Wasser genommen wird. Dies ist offenbar nichts anderes, als eine regulierbare biologische Methode bei guter Ernährung des Plectridium mit Stickstoffnahrung[1] in Form von Ammoniak (weil der Harnstoff im Bad natürlich unter Ammoniakbildung schnell zerfällt, wobei gleichzeitig auch noch eine Neutralisation der bei der Gärung gebildeten Säuren erfolgt). Es ist eine gelungene Lösung der Frage der Ammoniakeinführung, weil die Anwendung von Ammoniumsalzen mit starken Säuren (Schwefel- oder Salzsäure) schädliche Nebenfolgen zeigt, die bei der Harnstoffeinführung nicht auftreten. Diese Methode verdient auch bei dem gewöhnlichen Röstprozeß und nicht nur bei der Warmwasserröste näher geprüft zu werden.

In den Fabriken wird das Leinstroh auch noch oft *gewaschen* und *ausgewrungen*, ebenso durch künstliche Wärme *getrocknet*. Auf all dies wollen wir uns hier nicht einlassen, sondern nur auf die Spezialliteratur hinweisen[2].

f) Brechen, Schwingen und Hecheln des Leines.

Nach der Röste wird der Lein getrocknet und dann *gebrochen*. Der Zweck dieser Operation besteht im Brechen der Holzfasern, die teilweise dabei abfallen, teilweise erleichtert dies aber ihre Entfernung bei der weiteren Verarbeitung (Schwingen). Dazu werden Knickvorrichtungen verschiedener Arten benutzt. Eine einfache Handvorrichtung besteht aus einem Brett mit 2 Längsausschnitten. In diese Ausschnitte greifen die hervorragenden Teile eines um ein Scharnier beweglichen Schlegels mit einem Handgriff, mit dessen Hilfe man ihn heben und senken kann, indem die Stengel quer gelegt und nach vorn und nach hinten

[1] Nach Störmer verlangt gerade Plectridium eine bedeutende Menge an Stickstoffsubstanzen.

[2] Siehe z. B. den Nachweis der Bücher und Zeitschriften über Bastfasern, zusammengestellt von Dobytschin in „Lein und Hanf" (Ausgabe Ralo, 1925). Ferner die Aufsätze über die Anfangsbearbeitung des Leines ebenfalls in dieser Sammlung.

gezogen werden. Weniger als bei dieser Vorrichtung wird der Lein bei Anwendung des *belgischen Schlägers* zerrissen, der aus einem festen Holzstück mit gezackter Fläche besteht und mit einem gebogenen Handgriff versehen ist. Bei der Arbeit mit diesem Klopfer wird der Lein in einer nicht zu dicken Schicht auf dem Boden ausgebreitet. Der Arbeiter, der mit dem Fuß auf die Stengelenden tritt, bearbeitet die Stengel, indem er systematisch mit dem Schlegel die ganze Länge abklopft und darauf den Lein wendet, bis sich die Holzteile absondern.

Die langsame und unvollkommene Arbeit dieser primitiven Geräte wird gern durch *Walzmaschinen* ersetzt, die aus zwei rotierenden zackigen Walzen bestehen, zwischen denen die Leinstengel hindurchgelassen werden[1].

Am verbreitetsten ist die Handknickmaschine mit 2 Walzen (aus Gußeisen). Bei dieser Maschine ist ein einmaliges Durchlassen der Stengel allerdings ungenügend. Mehrwalzige Maschinen mit mehreren gezackten Walzenpaaren verlangen Pferdekraft oder mechanischen Antrieb.

Beim Brechen geht ein Teil verloren, der etwa 25—35 % des Strohgewichtes ausmacht.

Die nächste Operation in der Verarbeitung des Leines ist das *Schwingen*. Diese Arbeit hat den Zweck, die Faser von den anhaftenden Spreuteilen zu befreien[2]. Dafür werden ebenfalls bald einfachere, bald kompliziertere Einrichtungen gebraucht. Bei der Handarbeit benutzt man *Schwingbrett* und *Messer*. Das senkrecht aufgestellte Brett hat einen wagerechten Ausschnitt, durch den ein Leinbündel hindurchgelassen wird, das von der anderen Seite des Brettes mit der linken Hand gehalten wird. Der herabhängende Teil des Bündels wird mit Messerhieben bearbeitet; der Arbeiter hält das Messer in der rechten Hand. Die Kunst dieser Arbeit besteht darin, daß man mit dem Messer nicht zu stark auf den Lein schlägt, weil sonst die Faser durchgeschlagen würde; das Messer muß nur gleiten. Unten wird ein Tau aufgespannt, damit das Messer nicht die Beine der Arbeiter beschädigt; dadurch, daß das Messer vom Tau zurückgefedert wird, wird das Heben des Messers zum Teil erleichtert.

Das Schwingen erfolgt im Winter, und dies nicht nur, weil der Flachsbauer im Winter mehr freie Zeit hat; auch bei dem industriellen Schwingen zieht man die Winterarbeit vor (wenigstens in Belgien), weil die Faser im Sommer zum Schwingen zu trocken ist. Nur minderwertige Sorten kann man im Sommer schwingen.

Die Schwingarbeit erfordert große Aufmerksamkeit, weil das zu verarbeitende Material sehr ungleichmäßig ist. Die zarten Stengel erhalten vorsichtigere Hiebe, die groben — härtere. Die Stengelenden werden vorsichtiger bearbeitet als die Mitte, durch Werg verschmutzte Fasern erhalten stärkere Hiebe als die anderen.

Stellenweise wird der geschwungene Lein auch noch *abgekratzt*. Dieses Kratzen erfolgt mit einem stumpfen Messer, wobei man den Lein in die linke Hand nimmt und ihn auf einer Lederschürze ausbreitet; mit der rechten Hand kratzt man mit dem Messer die Faser entlang und befreit sie auf diese Art von Werg und Schmutz.

Das Handschwingen ist aber eine schwere Arbeit, die in einer Staubwolke stattfindet. Man muß große Übung besitzen, um produktiv arbeiten zu können und ohne Schmerzen in der Hand zu bekommen. Aber auch diese Leistungsfähigkeit ist begrenzt. Deswegen werden Schwingbrett und Schwingmesser allmählich durch die *Schwingmaschinen* verdrängt. Die Schwingmaschine ist

[1] Siehe Klubow: Mechanische Verarbeitung der Leinstengel. Slg der Vorlesungen. 1915.

[2] Die Spreu kann als gutes Material zur Zellulosegewinnung dienen (Schaposchnikow). Außerdem kann sie zur Heizung von Dampfkesseln Verwendung finden, wobei die Beschickung der Heizung durch besondere Transporteinrichtungen erfolgt.

eine Vereinigung mehrerer Schwingmesser, die radial auf einer gemeinsamen rotierenden Achse angebracht sind (irländische Schwingmaschine). Ein solches Schwingrad wird entweder mit dem Fuß durch ein Pedal oder bei industriellem Schwingen durch mechanischen Antrieb in Bewegung gesetzt; das erste erlaubt wiederum, Häufigkeit und Stärke der Hiebe zu ändern.

Die Verarbeitung des Leines findet im *Hecheln* ihr Ende. Dieses Hecheln vervollkommnet teilweise die Arbeit des Schwingens, außerdem teilt es die gröberen Bänder in *technische Fasern*. Dabei erfolgt auch ein Parallellegen der Fasern ihrer Länge nach und die Einteilung in lange und kurze Fasern.

Beim Hecheln erhält man etwa zur Hälfte lange und etwa zur Hälfte kurze Fasern (Werg).

Nach den Hauptoperationen der Stengelverarbeitung beträgt die Ausbeute an geschwungener Faser etwa 15% des anfänglichen Gewichtes und etwa 20% (16—24%) vom Gewicht des gerösteten Leines.

Vom Hektar erhält man bei uns im Durchschnitt 3—3,7 dz Schwinglein. 6 dz werden als gute Ernte angesehen. Für das Gebiet der Waldböden wird die Samenernte im Durchschnitt durch eine ähnliche Zahl wiedergegeben, d. h. 3—3,7 dz; 6 dz werden ebenfalls als guter Samenertrag angesehen.

Im Durchschnitt werden die Ausbeuteprozente an Faser und die Abfallprozente durch folgende Zahlen wiedergegeben (*nach* Klubow):

	Stengel %	Rösten %	Brechen %	Schwingen %	Hecheln %	insgesamt %
Lange Fasern . . .	= 100	75 des Strohes	60	13	6	6
Kurze Fasern . . .		—	—	8	5,5	13,5
Abfall		25 Röstschwund	15	39	1,5	80,5
Insgesamt	100	100	75	60	13	100

Bei uns kommt der Lein gewöhnlich mangelhaft auf den Markt; es werden aber auch Ausnahmen angetroffen, z. B. in einigen nördlichen Gebieten.

In den Nachkriegsjahren der Isolierung Rußlands, des Landes der arbeitsintensiven Kulturen, war die westeuropäische Technik gezwungen, eine Reihe Maschinen zum Anbau und zur Verarbeitung des Leines zu erfinden. Außer den Erntemaschinen, von denen weiter oben die Rede war, traten Maschinen auf, die gleichzeitig das Brechen und Schwingen ausführten. Einige dieser Maschinen sind bei bedeutender Leistungsfähigkeit zu groß, sie verlangen eine Aufstellung an einem festen Ort und Heranfahren des Strohs zu einem bestimmten Zentrum. Ihre Anwendung ist mit einer Zentralisierung der Röste verbunden. Eine andere Art der Knickschwingmaschinen ist leichter und beweglicher: In diesem Falle wird ein anderer Zweck verfolgt, nämlich den Transport des schweren Materials zu vermeiden; man kommt mit der Maschine ins Dorf, bearbeitet den Lein des ganzen Dorfes und transportiert nur die Faser, d. h. 18% des Stengelgewichtes. Dieses Modell erscheint insofern interessant, weil es den Bauer unabhängiger von den Preisen macht[1].

Wir wollen uns hier auf die Beschreibung der *verschiedenen Maschinen* nicht einlassen, wie z. B. die Wringmaschine von Etrich, die Turbine von Küchenmeister „Helsing", „Bobby", die Maschine des Leinzentrums u. a. m. Wir wollen nur eine gemeinsame Schwierigkeit bei der Mechanisierung der Anfangs-

[1] Die Beschreibung einer solchen Maschine kann man z. B. von Otto Heinicke in Berlin, Jägerstr. 46, erhalten.

bearbeitung des Leines bei uns feststellen: Zum Unterschied vom Westen ist bei uns infolge einer Reihe von Gründen das Hauptübel unseres Bauernstandes die winterliche Arbeitslosigkeit. Der Lein ist für den Bauern wichtig als Mittel, diese Arbeitslosigkeit abzuschwächen, und sei es bei einer niedrigen Bezahlung der Winterarbeit. Deswegen brauchen bei uns die Interessen der Leinwirtschaft und des Leinanbauers selbst nicht immer übereinzustimmen (zum Unterschied vom Westen): Die Massenzentralisation der Röste und der darauffolgenden Operation wird natürlich den Lein verbessern, ihn aber wohl verteuern; ferner wird sie das Interesse des Bauern an dem Lein vermindern, weil sie mit einem Wachsen der winterlichen Arbeitslosigkeit im Dorfe verbunden ist. Offenbar steht uns bis zur Rekonstruktion der bäuerlichen Wirtschaft[1] bevor, die Zentralisation der Anfangsbearbeitung nur für einen gewissen Teil der Ernte einzuführen, um sich mit der erforderlichen Menge hochwertiger Ware zu versorgen; im übrigen aber müssen wir die Billigkeit des Bauernleines ausnutzen, indem wir danach streben müssen, seine Qualität in erreichbarem Umfange zu steigern mit Hilfe von Beratungen und Krediten sowohl auf dem Gebiete des Anbaues als auch auf dem der Anfangsbearbeitung.

Es ist notwendig festzustellen, daß bei aller Wichtigkeit der Operationen bei der Leinbearbeitung die Grundeigenschaften der Faser von den Entwicklungsverhältnissen der Leinpflanze selbst abhängen, wobei außer den leicht feststellbaren äußeren Merkmalen (Länge und Dicke des Stengels, Verzweigung usw.) eine wichtige Rolle die inneren Merkmale spielen, d. h. die Eigenschaften der Bastbündel selbst, die bei der äußeren Bewertung nicht unmittelbar festgestellt werden, bei der Verarbeitung aber einen wesentlichen Einfluß auf die Qualität des erhaltenen Gespinstes, d. h. auf seine sog. „*Nummer*" ausüben.

Unter der „*Nummer*" *des Gespinstes* versteht man die Zahl von Längeneinheiten, die auf eine Gewichtseinheit entfallen.

Leider sind die Einheiten selbst ebenso ungünstig gewählt wie die Gradeinteilung nach *Fahrenheit*. Als Grundlage der Berechnung dient die Yardzahl in einem englischen Pfund. Für uns ist aber nur das eine wichtig, daß die hohen Nummern ein feines Gewebe und folglich eine wertvollere Faser bedeuten.

Deswegen bedeuten die hohen Nummern ein feines Gespinst, die niedrigen dagegen ein grobes. Dabei wird die „Nummer" gewöhnlich ganz empirisch, gewohnheitsgemäß bestimmt.

In letzter Zeit aber ist von W. S. Klubow an Stelle der Bestimmung der Nummer nach Augenmaß und nach Gefühl (oder „nach organoleptischen Merkmalen") ein Apparat vorgeschlagen worden, der objektive Feststellungen für eine Reihe von Fasereigenschaften ermöglicht, auf Grund derer man die mittlere Nummer der Faser berechnet, die aus dem betreffenden Lein gewonnen wird.

Eine Untersuchung hat gezeigt, daß die Merkmale folgender Fasereigenschaften die größte Bedeutung für die Bewertung der Spinnfähigkeit besitzen: 1. Gleitvermögen, 2. Widerstandsfähigkeit gegen Riß bei der Untersuchung, 3. Elastizität bei der Biegung und 4. Rein-

[1] Dazu ist eine starke Ausdehnung der Ackerfläche im Gebiet der Waldböden erforderlich. Diese ist aber nur mit der Einführung der weitesten Anwendung künstlichen Düngers möglich. Die Ausdehnung der Ackerfläche muß dem Anbau der Futterpflanzen und der Hackfrüchte mehr Platz einräumen, dann wird der Bauer mit der Entwicklung der Viehhaltung im Winter nicht mehr arbeitslos sein, wie es jetzt der Fall ist.

Es sei daran erinnert, daß in Dänemark nur 40 % der Ackerfläche durch Getreide besetzt sind, 40 % entfallen auf Futterpflanzen und 15 % auf Hackfrüchte. Die gesamte bebaute Fläche in Dänemark stellt sich auf 3 ha je Kopf der ländlichen Bevölkerung, bei uns aber auf 0,9 ha. Die Möglichkeit der Ausdehnung der Ackerfläche ist aber bei uns durchaus vorhanden, weil im Gebiet der Waldböden heute nur 12—15 % der gesamten Fläche unter Acker liegen, in Dänemark dagegen 80 %.

heit der Faser. Die anderen Eigenschaften (Farbe, Länge, Widerstandsfähigkeit bei der Dehnung, Hygroskopizität) können nicht unmittelbar als Faktoren ausgenutzt werden, die an der Berechnung der gesuchten Größe beteiligt sind (d. h. bei der Berechnung der Nummer des betreffenden Leines).

Der Apparat von KLUBOW zur Bestimmung der genannten Charakteristiken, wie auch die Methode selbst, hat den Namen Skutsch erhalten (je die ersten Buchstaben der russischen Wörter: Gleitvermögen, Festigkeit, Widerstandsfähigkeit, Reinheit). Auf Grund der Untersuchung wird mit Hilfe dieses Apparates *die allgemeine physikalisch-mechanische Charakteristik der Faser* (x) nach folgender Formel bestimmt:

$$x = \frac{S \cdot K \cdot Tsch}{U};$$

Ist diese Größe bekannt, so kann man die mittlere Nummer der Faser nach folgender Formel errechnen: Nr. $= 2\left(\sqrt{x} + \frac{x}{100}\right)$.

Auf diese Weise hat man einen Ersatz der empirischen Bewertung, die auf subjektiven Eindrücken begründet ist, durch eine Bewertung, die auf objektiven Messungen bestimmter Fasereigenschaften beruht, gefunden. Dabei genügen 200 g Material zur Bestimmung der charakteristischen Merkmale der Fasereigenschaften nach der Methode SKUTsch[1].

Der Einfluß der Röste und der darauffolgenden Bearbeitungsmaßnahmen kann die Unterschiede, die bei den Wachstumsverhältnissen des Leines auf verschiedenen Böden und in verschiedenem Klima entstehen, ergänzen und verstärken, aber diese Unterschiede nicht beseitigen.

Deswegen bewertet der Markt den Lein verschiedener Gebiete recht ungleichmäßig, je nach den Eigentümlichkeiten der Kultur, nach den Wachstumsverhältnissen und nach den Methoden der Faserverarbeitung. Dabei kann ein Teil der inneren Merkmale auch einige äußere Merkmale zum Gefolge haben (wie z. B. eine bestimmte Bindeart, die in dem einen oder in dem anderen Gebiet angewendet wird).

Es sei hier die *vergleichsweise Bewertung der verschiedenen Gebiete* angeführt (nach SIMONOW[2]), um wenigstens eine gewisse Vorstellung von der Verschiedenheit des Marktmaterials bei uns zu geben.

Taulein.

Hohe Bewertung: Die Gebiete: Wilegodsk, Wercholalsk, Lalsk, Suchona (etwa 0,50 % von der Gesamtproduktion, mittlere Nr. 50)[3].

Mittlere Bewertung: 1. Gruppe; die Gebiete: Totem, Brussenez, Rubesh, Jug, Grjasowez (4 %, mittlere Nr. 34). 2. Gruppe; die Gebiete: Wologda, Sawolschje, Tscherepowez, Kostroma, Jaroslawl, Beschezk, Kasan (16 %, mittlere Nr. 30).

Niedrige Bewertung: 1. Gruppe; die Gebiete: Putschesh, Wjatka, Kama, Sibirien, Iwaschkowo, Stepurin, Myschkin, Twer, Wetluga (39,1 %, mittlere Nr. 26). 2. Gruppe; die Gebiete: Juchnow, Mogilew, Witebsk, Homel, Dorogobush, Ljubowitschi, Belsk, Welish, Sytschewka (30 %, mittlere Nr. 23). 3. Gruppe; die Gebiete: Jaropol, Gshatsk, Jelnino, Wjasma (0,4 %, mittlere Nr. 18).

---

[1] Siehe KLUBOW: SKUTsch — die Methode der mechanischen Bestimmung der Spinneigenschaften der Faser und des Bastes.

[2] SIMONOW: Sortierung, Verarbeitung und Bewertung des Leines. Ausgabe der Zentralen Kooperativ-Genossenschaft der Flachsbauer. Moskau 1919.

Die heutige Standardtabelle, die im Jahre 1926 durch das Lein-Hanf-Komitee eingeführt worden ist, wird infolge ihres bedeutenden Umfanges hier nicht angeführt. Siehe z. B. bei ELLADI: Der Lein. 1928.

[3] Die in Klammern angegebenen Prozentzahlen geben (nach SIMONOW) die ungefähre verhältnismäßige Bedeutung des Leines, der von dem betreffenden Gebiet geliefert wird, an der allgemeinen Produktion an.

Steppenlein: die Gebiete: Lyskow, Worotynsk, Jekaterinoslaw, Kuban (10%, mittlere Nr. 21).

Für das Wasserröstgebiet wird ein derartiger Unterschied offenbar infolge der größeren Gleichartigkeit der Verhältnisse der Wasserröste im Vergleich zur Luftröste zwischen den verschiedenen Gebieten nicht beobachtet. Man kann drei Hauptgruppen unterscheiden, und zwar: der beste Lein stammt aus: Gdow, Petschora, dann folgt: Ostrow, Noworschew, Staraja-Russa, Toropezk, Opotschka, Pleskau usw. Am niedrigsten wird bewertet: Drissa u. a. m.

Die *nördlichen Leine* zeichnen sich, wie ersichtlich, durch die höchsten Qualitäten aus. Die Gründe hierfür sind natürlich kompliziert. Sie bestehen teilweise in der sorgfältigen Verarbeitung der Faser (es wird sorgfältig gehechelt), teilweise kann die Leinernte in frühem Reifestadium einwirken, die durch den kurzen nordischen Sommer hervorgerufen wird; dazu kann noch die Verschiebung der Tauröste des Leines auf das Frühjahr kommen, was durch dieselben Ursachen hervorgerufen wird. Der Flachsbau in einer Waldbrandkultur (mit Aschedüngung), der einen unkrautfreieren Lein bringt, und die größere Länge des nordischen Sommertages, d. h. die Lichtfülle (aber ohne Hitze und Trockenheit) sind natürlich auch Faktoren, welche die Entwicklung des Leinstengels begünstigen. Eine unbewußte Selektion kann sich an diesem Faktorenkomplex ebenfalls beteiligen.

Nur bei genauer Kenntnis der Eigentümlichkeiten der Natur, der Leinkultur und der Verarbeitung der Faser in jedem Gebiet kann man darüber urteilen, welcher Faktor im betreffenden Fall die Hauptrolle spielt unter der Summe der Wirkungen, von denen die Qualität der auf den Markt kommenden Leinfaser abhängt.

Ein kleiner Versuch, zu klären, inwiefern die hohen Qualitäten des nördlichen Leines von den Eigenschaften der Ernte und inwiefern sie von den Operationen der Faserabtrennung abhängen, wurde von der Leinstation der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje ausgeführt[1]. Zu diesem Zweck wurden die aus dem Gouvernement *Wologda* und *Smolensk* erhaltenen Leinstengel auf gleiche Weise bearbeitet, sowohl bei der Röste wie auch beim Ausbreiten.

Zuerst wurde der Lein sortiert; dabei war der Wologdaer Waldbrandlein fast unkrautrein, darauf folgte der Wologdaer Feldlein. Am unreinsten waren die Leine aus Gshatsk und Sytschewka.

Beim Ausbreiten zeigten die Wologdaer Leine einen großen Unterschied; sie zeichneten sich durch hellgraue Farbe aus; der Lein der Waldbrandkultur hatte eine silberne Schattierung. Die Smolensker Leine waren dagegen gelb, ungleichmäßig gefärbt, mit schwarzen Flecken. Die Faserausbeute betrug beim Wologdaer Lein 22%, beim Gshatsker Lein 17,6%.

Bei der Röste besaß die Faser aller Leinarten eine hellgelbe Farbe. Der Wologdaer Lein war aber heller, der Smolensker dunkler. Außerdem wurden folgende Unterschiede beobachtet.

Der Wologdaer Lein ist „stark ölig, bandförmig, die Faser ist hell, gleichmäßig, Faser liegt bei Faser, sie trocknet nicht zusammen".

Der Smolensker Lein ist „stark werghaltig, die Faser wirr; sie ist ungleichmäßig (es kommt beides vor: breitbandig und schmalbandig)".

Die *Untersuchung der Faserfestigkeit* brachte folgende Ergebnisse:

	Mittlere Reißlänge in Metern			
	Wologdaer (Waldbrand)	Wologdaer (Feldbau)	Sytschewka	Gshatsk
Wasserröste	25,400	17,500	19,800	16,800
Tauröste	23,900	18,100	19,900	16,800

[1] Siehe II. Bericht der Leinstation, Aufsatz von Frau Wydrin: Der Vergleichsversuch einiger Wologdaer und Smolensker Leine.

Infolgedessen zeichneten sich sogar bei gleicher Bearbeitung die nördlichen Leine durch ihre Qualität aus; daher liegt bereits schon in den Wachstumsverhältnissen dieses Leines etwas besonders Günstiges. Außer den klimatischen Verhältnissen werden bei den betreffenden Leinarten folgende *Unterschiede in der Kultur* hervorgehoben:

	Wologdaer Waldbrandflachs	Gshatsk
Bearbeitung . .	flach	tief
Saat	dicht	dünn
Pflege	jäten	gar keine
Ernte	grün	beim Braunwerden der Kapseln oder bei Vollreife
Drusch	mit der Hand, Klopfer	Zementwalzen (oder durch mit Sand gefüllte Fässer)
Röste	Ausbreiten in dünner „Spitzen"-schicht bei warmem Wetter Juli-August des nächsten Jahres	Ausbreiten im selben Herbst bei kaltem Wetter-September-Oktober in dicker fester Schicht

g) Die Züchtung des Leines.

Bei der Leinzüchtung kann man entweder die schnelle Verbesserung des Saatgutes, ohne strenge Ansprüche an eine volle Gleichartigkeit der erblichen Eigenschaften zu stellen, sich zur Aufgabe machen, oder man ist bestrebt, ohne sich an die Zeit zu binden, eine völlig konstante und homogene Rasse zu gewinnen Im ersteren Fall genügt es, eine Massenauslese durchzuführen; im zweiten Fall dagegen ist ein langsamerer Gang der Individualauslese erforderlich.

Bei einer *Massenauslese* aus dem gewöhnlichen Material (aus der einen oder anderen Wirtschaftssorte des einen oder des anderen Gebietes) wird eine große Pflanzenzahl ausgesucht, die ihren äußerlichen Merkmalen nach den gesteckten Zielen entspricht, z. B. ein unten unverzweigter Stengel, ein möglichst langer und gleichmäßiger Stengel, mit möglichst geringer Zahl Früchte tragender Zweige im oberen Teil usw. Die Auslese wird entweder annähernd oder nach Messungen und nach dem Biegen der Pflanzen und ihrer Teile ausgeführt. Die ausgelesenen Pflanzen werden gemeinschaftlich gedroschen, und die Samen stellen ein bereits merklich verbessertes Material dar. Durch Wiederholung der Auslese kann man eine bedeutende Erhöhung der Menge und eine Verstärkung der anderen wünschenswerten Eigenschaften der Pflanzen erzielen, wobei das Auslesematerial immer noch eine Formenmischung darstellt, die aber bedeutend weniger verschiedenartig ist als die Ausgangssorte.

Bei der *Individualauslese* wird ebenfalls eine bedeutende Individuenzahl ausgelesen; man gewinnt und prüft aber die Nachkommenschaft eines jeden Individuums *getrennt*. Dabei wird jede Pflanze, die zuerst nach Augenschein ausgelesen wurde, weiter untersucht und durch objektive Methoden bestimmt, oft mit größerer Genauigkeit, indem man nicht nur die Messungen sondern auch die Faserausbeute selbst mit einschließt, was allerdings bis jetzt noch auf Widerstände infolge der Schwierigkeiten der Methodik bei der Anwendung der Röste jeder einzelnen Pflanze stößt. Die Ergebnisse solcher Untersuchungen werden unter entsprechenden Nummern auf besonderen Blättern registriert; die Nummern entsprechen den Nummern der einzelnen Pflanzen. Auf diese Weise kann man später die Eigenschaften der Nachkommenschaft der Ausgangsform vergleichen. Man hat ferner die Möglichkeit, den Grad der Beständigkeit in der Vererbung der wesentlichsten Eigenschaften zu beurteilen, weil nur gut vererbbare Eigenschaften Wert besitzen; die zufällig in der betreffenden Generation unter der

Einwirkung der Ernährungsverhältnisse, der Standdichte usw. auftretenden Eigenschaften haben vom Standpunkt der Züchtung aus keine Bedeutung. Andererseits ist es aber wichtig, den Gang der Arbeit nicht einzuengen. Deswegen lohnt es sich nicht, zuviel Arbeit und Zeit auf eine sehr genaue Untersuchung einer geringen Individuenzahl, die auf ihre Konstanz in der Vererbung der Merkmale noch nicht geprüft worden ist, anzuwenden. Es ist besser, von einer bedeutenden Individuenzahl (hunderten oder tausenden), die nicht so genau bestimmt sind, auszugehen, um die Arbeit auf eine genauere Untersuchung der Nachkommenschaften der Zuchtpflanzen anzuwenden und in ihr die Merkmale für die Bewertung der einzelnen reinen Linien genauer festzustellen. Von der Zuchtstation werden genaue Beobachtungen während der Vegetation über die Pflanzen jeder Parzelle angestellt. Diese Beobachtungen ergeben zusammen mit den Ergebnissen der darauffolgenden Untersuchung im Laboratorium das Material zur vergleichsweisen Bewertung der einzelnen Linien, zur Ausscheidung schlechterer und zur weiteren Untersuchung der besten. Infolge der Veränderlichkeit der meteorologischen Verhältnisse (und anderer Ursachen) muß die endgültige Bewertung auf Beobachtungen für z. B. drei Jahre begründet werden, um einen Grund zu haben, zur Vermehrung der nächstbesten Linien überzugehen.

Die Auslese und die Bewertung ist nicht schwer nach irgendeinem Merkmal auszuführen. Weil aber gewisse Gesetzmäßigkeiten in dem Verhältnis der Entwicklung verschiedener Merkmale (*Korrelationen*) bestehen, so kann eine einseitige Auslese mit der Anhäufung irgendeiner erwünschten Eigenschaft zu einer Anhäufung anderer Eigenschaften führen, die vom Standpunkt der Kultur aus als indifferent oder als positiv oder als negativ zu betrachten sind. So hat z. B. eine geringe Verzweigung, die bei dem Anbau zur Fasergewinnung geschätzt wird, einen geringeren Samenertrag zur Folge bei den Pflanzen, die nach diesem Merkmal selektioniert worden sind, und umgekehrt; in den Versuchen von I. S. Schulow zeigten die einkapseligen Pflanzen bei guter Länge die besten Eigenschaften vom Standpunkte des Anbaues zur Fasergewinnung[1]. Die Auslese nach der Stengellänge ruft eine Veränderung in der Länge der Vegetationsperiode hervor usw.[2]. Deswegen muß man bei einer Auslese nicht zu weit nach der einen Seite hin vordringen, wenn gleichzeitig eine Anhäufung irgendeiner Eigenschaft in unerwünschtem Maße stattfindet. Man muß einen ganzen Komplex von Merkmalen in Betracht ziehen, indem man ihnen die eine oder andere verhältnismäßige Bedeutung zuschreibt, je nach dem Ziel, das der Auslese gesteckt worden ist.

Bei einer *Individualauslese* erhält man schließlich mehrere *reine Linien*, die derart gleichwertig sind, daß es schwer zu entscheiden ist, welche auszuschließen sind. Dann geht man zur Vermehrung der Samen dieser Linien über, zu ihrer Prüfung unter den verschiedenen Bodenverhältnissen und schließlich zu einer *Vermehrung* (Reproduktion) der besten Sorten. Die Vermehrung wird am besten in verschiedenen Wirtschaften ausgeführt, um die Vermischung einer Sorte mit anderen Sorten zu vermeiden (nicht auf einer Zuchtstation), weil in diesem Stadium die Arbeit des Züchters im eigentlichen Sinne des Wortes bereits beendet ist.

Es ist interessant, daß man sich in Nordamerika und in Rußland eher für die Leinzüchtung zu interessieren begann als in Westeuropa.

In *Amerika* wurden von der Versuchsstation Minnesota *folgende Methoden* angewandt[3] (1910):

---

[1] Siehe 2. Bericht der Leinstation der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje.
[2] Kurze Anführung ähnlicher Verhältnisse siehe bei Fruwirth: Bd. 3. 64.
[3] Siehe Fruwirth: 3.

„Die Samen derjenigen Sorte, die sich auf Grund einer vorhergehenden Sortenprüfung als die beste erwiesen hat, werden in einer Menge von 87 l je Hektar ausgesät. Im Felde werden einerseits die besonders langen Pflanzen, andererseits die kürzeren Pflanzen ausgelesen, die dafür aber eine größere Samenmenge bringen. Die Pflanzen, die nach diesen beiden Richtungen (die eine hat die Fasergewinnung, die andere die Samengewinnung zum Zweck) ausgelesen wurden, werden getrennt einer weiteren Aussaat unterzogen. Die Nachkommenschaften einer jeden Elitepflanze werden nebeneinander auf kleinen Beeten großgezogen. In jede Pflanzstelle werden drei Samen ausgelegt; später wird vereinzelt und nur eine Pflanze mit Zwischenräumen von 12—15 cm stehengelassen. Danach erfolgt die Bewertung der Nachkommenschaften; zur weiteren Untersuchung werden nur die besten Pflanzen der besten Nachkommenschaften verwandt. Wie bei der ersten Auslese, so wird auch bei den nachfolgenden Auslesen bei der Bewertung nach der Nachkommenschaft die Höhe, die Festigkeit des Stengels, der mittlere Ertrag, die Zahl der verzweigten Pflanzen, die Zahl der Zweige, die Gleichmäßigkeit der Reife und die Zahl der Samen festgestellt. Nach einer Reihe solcher wiederholter Auslesen erfolgt eine Feldprüfung der besten Nachkommenschaft; man geht jetzt zur Vermehrung der verbesserten Pflanzen über. Wenn bei der Veredlung die Nutzung des Leines als Gespinstpflanze zum Ziel gesteckt wird, so wird bei einer solchen Auslese die Faserzahl und Qualität bestimmt. Zu Beginn der Feldprüfungen kann man mehrere der besten mit mehr oder weniger einförmigen Nachkommenschaften vereinen."

Auf diese Weise wird hier eine Individualauslese angewandt, dann wird aber eine Vermischung mehrerer Linien zur Vermehrung zugelassen.

Manchmal wird die Frage aufgeworfen, ob diejenigen Sorten, die der Wirtschaft übergeben werden, überhaupt das Ergebnis der Vermehrung einer reinen Linie darstellen müssen, oder ob es für den Landwirt vorteilhafter wäre, eine *Mischung hochwertiger gezüchteter Nachkommenschaften* zu haben, die durch ihr verschiedenes Verhalten zu ungünstigen Wachstumsfaktoren die Ernte bis zu einem gewissen Grade vor zufälligen Unbilden, die in den verschiedenen Jahren ungleich sind, sichern.

Diese Überlegungen wurden (u. a. auch vom Verfasser) bereits über das Verhalten den reinen Linien gegenüber ausgesprochen, die aus den Wirtschaftssorten unserer Getreidearten gezüchtet werden, zu denen sich einige Botaniker so skeptisch verhalten, die aber aus einer Mischung von Formen bestehen, die in jedem Falle eine langwierige Auslese unter ihren örtlichen Verhältnissen durchgemacht haben. Es ist z. B. möglich, daß eine Mischung von zwei oder mehreren Weizenformen, von denen die eine besser überwintert, die andere eine Dürre besser verträgt, den Landwirt besser vor Mißernten sichert als jede einzelne Form getrennt. Dieselben Überlegungen wurden auch von Zalensky für die Zuckerrübe geäußert. „Wie bereits ausgeführt, reagieren die verschiedenen Rübenlinien auf die äußeren Verhältnisse außerordentlich verschieden. Die einen erzielen bessere Ergebnisse bei einem Überschuß an Feuchtigkeit, die anderen in trockenen Jahren; die einen auf tiefem Schwarzerdeboden, die anderen auf leichten sandigen Lehmböden; die einen reifen etwas früher, die anderen später. Es gibt keine universellen Varietäten. Andererseits kann man niemals mit Bestimmtheit voraussehen, in welche Verhältnisse die Rübe gelangt. Deswegen werden die Varietäten zur Bildung von Verkaufssorten so ausgelesen, daß sie sich gegenseitig gewissermaßen ergänzen und stützen. Dieses ist eine Art Versicherung[1]."

Es möchte scheinen, als wenn diese Überlegungen auf den Lein weniger anwendbar wären, weil hier die Gleichartigkeit des Produktes so hoch geschätzt wird. Indessen sind sie von einem unserer angesehensten Forscher auf dem Gebiete der Leinzüchtung ausgesprochen worden, vom (1919) verstorbenen L. F. Althausen[2].

In Rußland war es D. L. Rudsinsky, der als erster mit der Leinzüchtung im Jahre 1908 begann. Er wandte sowohl die Massenauslese als auch eine Auslese von reinen Linien an. Die *Massenauslese nach der Länge* brachte folgende Vergrößerung in Prozenten (wenn man die Länge der nichtsortierten Pflanzen für *dasselbe Jahr* = 100 setzt):

[1] Arbeiten des Pflanzenzuchtkongresses. Charkow 1911.
[2] Siehe J. experim. Landw. 1914.

1909	1912	1917	1919
%	%	%	%
109	114	152	152,6

Die Ergebnisse der Individualauslese in kurzer Form wiederzugeben, ist schon schwieriger[1].

Was die *Technik der Aussaat* anlangt, so werden die Aussaatsamen schon vorher im Laboratorium in Vertiefungen von Holzbrettchen verteilt. Die Brettchen, die zu 50 Stück in einem Rahmen befestigt sind, werden auf die Aussaatstelle getragen. Hier werden sie durch Umkippen über den Trichtern des Markeurs in den entsprechenden Pflanzstellen einer jeden Reihe untergebracht (Entfernung je 5 cm). „Für die Ernte derjenigen Familien einer Auslesezuchtstätte, die aus einer geringen Pflanzenzahl bestehen, ist es manchmal bequem, diese Pflanzen in einer Reihe auszusäen und sie zwischen Brettchen einzuklemmen, indem man die eine Familie von der anderen durch Papierblätter trennt. Diejenigen Familien aber, die sich nach den Ergebnissen der Untersuchung als die besten herausstellen, liefern die Samen zur Aussaat auf dem Kontrollstück; die besten Parzellen der letzteren aber liefern das Material zur Bestellung des ersten Vermehrungsfeldes[2]."

Bald nach Beginn der Auslesearbeiten in der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje wurden in Leningrad durch den Mitarbeiter von Prof. Kossowitsch, Althausen, im Jahre 1909 recht umfangreiche Versuche im landwirtschaftlichen Laboratorium angestellt. Die Auswahl von Formen erfolgte nach der Methode der Individualauslese nach äußeren Merkmalen (Länge und Dicke des Stengels, Länge und Form der Blüte, Anzahl der Kapseln, Länge der Vegetationsperiode, Blütenfarbe usw.).

Um die Wirkung der Ungleichmäßigkeit des Bodens auszuschalten, wurde die *Methode der „abwechselnden Reihen"* angewandt, bei der die Samen jeder Elite in sehr kurzen Reihen ausgesät wurden (im ganzen 8 Pflanzstellen in der Reihe) zwischen Reihen mit Samen derselben landwirtschaftlichen Ausgangssorte, aus welcher die betreffende Elite gewonnen worden war. Auf diese Weise kann man jede Nachkommenschaftsreihe jeder Elite mit zwei Reihen der Massen- (Ausgangs-, Standard-) Pflanzen, die in unmittelbarer Nachbarschaft der Elitepflanzen aufgewachsen sind, d. h. unter möglichst gleichartigen Verhältnissen, vergleichen. Weil man in der Mehrzahl der Fälle von jeder Mutterpflanze eben durch die geringe Pflanzenzahl in jeder Reihe nicht nur eine, sondern je nach der Samenzahl 2, 3, 4 oder 5 Reihen hat, so ergibt sich, daß die Samen jeder Mutterpflanze gewissermaßen in Wiederholungen ausgesät werden, wodurch offenbar die Kontrolle noch verstärkt wird. Es versteht sich von selbst, daß jede Reihe sowohl der Elite- als auch der Massen- (Kontroll-) Pflanzen getrennt geerntet wird. Dasselbe Prinzip abwechselnder Reihen wird auch bei der Aussaat der zweiten Generation angewandt."

Im Jahre 1912 hatte Althausen bei einer Reihenzahl von mehr als 7000 191 Eliten. Um eine übermäßige Anhäufung im Frühjahr und die Fehlergefahr zu vermeiden, wurden folgende Maßnahmen getroffen: „Als Haupthilfsmittel dienen rechtwinklige Blätter von recht dickem Karton, von denen ein jedes je 120 runde Löcher von etwa 7 mm Durchmesser bei einer Entfernung von Loch zu Loch von 4 cm besitzt (zwischen den Zentren der Löcher gerechnet). Im Laboratorium sind gegenwärtig 1400 solcher Kartons vorhanden. Die untere Seite eines jeden Kartons wird mit einem Blatt dünnen Papiers beklebt, so daß jede Öffnung einen Boden erhält und eine kleine Vertiefung bildet. Ist am Ende des Winters die Ernte des vorangegangenen Jahres verarbeitet und das Saatgut endgültig vorbereitet, so werden die Öffnungen des Kartons mit den erforderlichen Leinsamen ausgefüllt, in der gewünschten Reihenordnung. Dabei werden auf den ausgefüllten Kartons entsprechende Aufschriften gemacht (z. B. Bezeichnung der Ausgangssorte, die Nummern der Eliten, Nummern der Reihen usw.). Sofort nach der Ausfüllung der Vertiefungen wird der Karton auch von der oberen Seite mit Papier zugeklebt, wobei die Samen nicht ankleben, sondern in jeder Vertiefung des Kartons frei zwischen den beiden Papierschichten liegen. Der von oben

[1] Siehe Graphische Darstellung in der „Sammlung der Vorlesungen über den Flachsbau" S. 225.

[2] Rudsinsky: Zur Frage über die Leinzüchtung zur Fasergewinnung. 1912. 1915. Arbeiten des 1. Leinbaukongresses 1912 in der Sammlung von Vorträgen 1915.

zugeklebte Karton ist fertig. Die fertigen Kartons werden aufeinander in Gruppen gelegt, entsprechend der Reihenfolge der bevorstehenden Aussaat. Jeder Stapel solcher Kartons wird in festes Papier eingewickelt, wird umbunden und seinerseits mit den erforderlichen Aufschriften versehen. Alle diese Arbeiten werden ausschließlich von den ständigen Arbeitskräften des Laboratoriums im Winterraum ausgeführt.

Während der Aussaat werden die Kartons in der erforderlichen Reihenfolge auf genügend geebnetem Boden verteilt. Daraufhin wird von jeder Öffnung durch die Kreisbewegung eines kleinen Nagels das obere Papier entfernt, worauf die Samen mit Hilfe eines Glasstöckchens mit einem Gummipfropfen in den Boden auf eine bestimmte Tiefe hineingedrückt werden. Der Karton wird dann weggenommen, und die Aussaat möglichst gleichmäßig mit Erde bedeckt. Das Hereindrücken der Samen muß für jede Öffnung einzeln und unmittelbar nach dem Entfernen des oberen Papiers geschehen, da sonst ein Hinüberfallen der Samen aus einer Öffnung in die andere möglich ist. Wird die Parzelle von mehreren Kartons gebildet, so werden die Nachbarkartons schon vorher an einer Stelle durch eine Öffnung in der Mitte der Längsseite zusammengebunden. Dies erleichtert die Wahrung der richtigen Lage der Kartons während der Saat. Zu gleichem Zweck erfolgt das Ausbreiten der Kartons nach der Schnur.

Bei der Ernte bildet jede Reihe ein getrenntes Bündel und wird mit einem Etikett mit allen erforderlichen Bezeichnungen versehen (z. B. Nummern des Feldstückes, des Kartons, der Reihe usw.). Zur größeren Sicherheit bei der Ernte wird manchmal eine Verteilung parallel mit der Parzelle derjenigen Kartons angewendet, in die das entsprechende Aussaatmaterial hineingeklebt worden ist[1]."

Bei solcher Methode erlaubt die geringe Größe der Parzellen eine dichte Lage derselben beieinander, was wichtig ist, um die Ungleichmäßigkeit des Bodens zu vermeiden; es ist weiterhin möglich, selbst bei geringer Samenzahl viele Wiederholungen anzulegen.

Vom Jahre 1911 an sind Auslesearbeiten mit Lein auf der Versuchsstation in Pleskau von N. A. Djakonow ebenfalls auf dem Wege der Individualauslese begonnen worden. Neben äußeren Merkmalen wendet man auch noch für jede Elite die Bestimmung der Faserzahl, der Holzfasern und des Verlustprozentes bei der Röste an[2]. Nach 1914 wurde die begonnene Arbeit der Leinzüchtung fast auf ein Jahrzehnt unterbrochen.

Rudsinsky wurde in das aktive Heer einberufen. Nach dem Kriege hatte er keine Möglichkeit, die begonnene Arbeit in Petrowsko-Rasumowskoje fortzusetzen; er verlegte daher seine Tätigkeit in seine Heimat (Litauen). Althausen ist 1919 gefallen. Außer dem Verlust der Leiter hatten die Versuchsstationen während einer Reihe von Jahren auch keine materielle Möglichkeit, die Arbeiten fortzusetzen.

Jetzt ist die Arbeit erneut aufgenommen worden, aber infolge der Schwierigkeiten mit der Veröffentlichung der Arbeiten, auf welche die Versuchsstationen stoßen, können hier nur unvollständige Mitteilungen über den gegenwärtigen Gang der Arbeiten auf diesem Gebiet gemacht werden.

Im Juni 1928 fand in Moskau die erste Beratung über die Fragen der Leinzüchtung statt, die von der Kommission des Leinzentrums organisiert wurde. Das auf dieser Sitzung mitgeteilte Material muß bald im Druck erscheinen, und dann werden die Nachrichten über den Fortgang der Leinzüchtung den Interessenten zugänglicher sein.

Die *heutigen Arbeitsmaßnahmen der Zuchtstation in Petrowsko-Rasumowskoje* bestehen nach Mitteilungen ihres Mitarbeiters Matwejew in ihren Grundzügen in folgendem:

„Zum Ausgleich der äußeren Verhältnisse, um möglichst gut vergleichbares Material zu erhalten, werden die Samen der besten Stämme (die nach einer vorangehenden Orientierungsbewertung gezüchtet worden sind) in Kästen im Vegetationshaus mit einer Entfernung zwischen den Pflanzen von $2^1/_2 \times 2^1/_2$ cm ausgesät. Aus diesen Saaten wird sowohl auf Grund einiger morphologischer Merkmale (Höhe, Länge des technischen Teiles, Gewicht des technischen Teiles,

[1] Althausen: Aus der Leinsortenzüchtung. J. experim. Landw. 1912 u. 1914.

[2] Djakonow: Zur Frage über die Auslese des Leines zur Fasergewinnung. Angew. Botan. 1913. — Ferner Pangallo: Der Versuch der Leinzüchtung in der Bauernwirtschaft. 1914. Nachr. d. Samenkontrollstation d. Moskauer Landwirtschaftsgesellschaft.

Anzahl der Samen) als auch der Fasermenge, die durch Kochen in Lauge festgestellt wird, eine Elite ausgelesen. Zu der unmittelbaren Faserbewertung zwangen die von der Station gewonnenen Ergebnisse, die für einen Mangel an korrelativen Verbindungen zur Ausnutzung in der Zuchtarbeit sprachen[1].

Die Samen der Elitepflanzen werden ebenfalls im Vegetationshaus ausgesät, wodurch man imstande ist, schon im ersten Jahr nach der Auslese eine vergleichende Orientierungsbewertung der Nachkommenschaften durchzuführen.

Vom zweiten Jahr an erfolgen alljährlich parallel laufende Untersuchungen der begründeten Linien im Gewächshaus auf den Beeten (jede Parzelle hat 28 Pflanzen bei einer Entfernung von 5 × 5 cm). Dabei wird auf den Beeten besonders auf Neigung zu Krankheiten und Lagerung geachtet — auf Merkmale, die man im Gewächshaus unmöglich kontrollieren kann. Auf Grund einer solchen 2—5jährigen vergleichenden Untersuchung erfolgt dann die genauere Auslese der ausgelesenen Pflanzen, und nunmehr werden nur noch wenige Linien einer weiteren Prüfung unterworfen.

Diese letztere besteht darin, daß man die zu vergleichenden Stämme auf Parzellen von 1 qm bei vierfacher Wiederholung aussät. Die Aussaat erfolgt mit Hilfe des Apparates von Rudsinski bei einer Entfernung zwischen den Pflanzen von $2^1/_2 \times 2^1/_2$ cm. Um den Fasergehalt zu bestimmen, benutzt man hier die bereits üblichen technologischen Methoden. Die Aussaat dieser besten Nummern erfolgt gleichzeitig sowohl im Gewächshaus als auch auf den kleinen Parzellen (zu je 28 Pflanzen) auf dem Beet.

Endlich wird für die nach all diesen Angaben besten Linien noch eine Prüfungsform angewandt — die Feldprüfung. Sie wird auf Parzellen von je 40 qm bei vierfacher Wiederholung ausgeführt. Die Parzellen werden mit einer Drillmaschine (11 cm Reihenentfernung) bei einer Aussaatmenge von etwa 100—110 kg je Hektar bestellt.

Beabsichtigt ist, daß von hier die besten Stämme in die Sortenprüfung (örtliche und ganze Union umfassende) und zur Vermehrung in die besonderen Saatzuchtwirtschaften, je eine Sorte in jeder Wirtschaft, gelangen.

In letzterer Zeit (von 1927 an) hat die Station auch die Ausarbeitung einer Zuchtmethode des langen Faserleines mit erhöhten „Öleigenschaften" — mit Samenergiebigkeit, Ölgehalt in den Samen und mit Qualitätsbewertung des Öles — aufgenommen.

Von der Station in Pleskau werden die Korrelationen zwischen den morphologischen Merkmalen der Pflanze und dem Fasergewinn, der in geringen Proben mit Hilfe einer Bakterienröste (nach Friebes) bestimmt wird, erforscht. Da es unmöglich ist, diese Bestimmung für alle Elitepflanzen durchzuführen, hat N. A. Djakonow[2] Korrelationstabellen zusammengestellt, die das Verhältnis zwischen dem Fasergehalt und jedem der fünf folgenden äußerlichen Merkmale angeben: 1. Dicke des Stengels (auf der Hälfte der Gesamthöhe), 2. Gesamthöhe, 3. technische Länge des Strohes, 4. Länge des Blütenstandes und 5. Anzahl der Samenkapseln.

Es wurden 772 Elitepflanzen geprüft. Der Korrelationskoeffizient wurde nach der Formel von Brawe berechnet.

Für die genannten Merkmale wurden folgende *Korrelationskoeffizienten* (r) gefunden:

1. Gesamthöhe und Faserprozent: $r = -0{,}19$ (unbedeutende umgekehrte Korrelation).
2. Technische Länge und Faserprozent: $r = -0{,}024$ (keine Abhängigkeit).
3. Dicke auf halber Höhe und Faserprozent: $r = -0{,}40$ (bedeutende umgekehrte Abhängigkeit).

[1] Matwejew: Über die Ergebnisse der Erforschung der korrelativen Beziehungen zwischen einigen Mengenmerkmalen des Leines. Wiss. J. Landw. **1928**, Nr 2.

[2] Siehe einen Aufsatz in der Z. experim. Landw. **14**, 1 (1928).

4. Länge des Blütenstandes und Faserprozent: $r = -0{,}36$ (dasselbe).
5. Anzahl der Kapseln und Faserprozent: $r = -0{,}34$ (dasselbe).

Außerdem zeigten *Gedrungenheit* und *Verjüngung*[1] folgende Korrelation:

6. Gedrungenheit u. Faserprozent: $r = +0{,}36$ (große positive Abhängigkeit).
7. Verjüngung des Stengels und Faserprozent: $r = -0{,}26$ (sehr geringe negative Abhängigkeit).

Für eine anfängliche (ungefähre) Bestimmung des Fasergehaltes empfiehlt der Verfasser eine unmittelbare Benutzung der Korrelationstabellen (Korrelationsgitter) der sieben genannten Merkmale, die für Lein ein und desselben Gebietes auf folgende Weise zusammengestellt sind:

Nachdem man diese sieben äußeren Merkmale für den betreffenden Stamm bestimmt hat, sucht man nach der Tabelle (Korrelationsgitter), welches Faserprozent der betreffenden Größe eines jeden Merkmales entspricht, wobei man (da es in jeder Graphik mehrere Quadrate mit verschiedenem Faserprozent gibt) die Quadrate mit der größten Pflanzenzahl nimmt; man summiert die für alle sieben Merkmale erhaltenen Zahlen und berechnet die mittlere Größe.

Eine solche Bestimmung nach den Tabellen zeigt meistenteils eine geringe Abweichung (die indessen jedoch manchmal 1,5—2,5 % erreicht) von den Ergebnissen der Laboratoriumröste. Die aus einem anderen Gebiet als die zur Aufstellung der Tabelle herangezogene Probe stammenden Leine zeigen eine Abweichung von 5—8 %; deswegen muß man für die verschiedenen Gebiete besondere Tabellen aufstellen.

Als man nach der Tabelle, die nach dem Lein der Ernte 1913 aufgestellt wurde, die Stämme der Ernten anderer Jahre (desselben Gouvernements) bestimmte, war die Abweichung von den Ergebnissen der Laboratoriumröste unbedeutend.

Die Zentralstation für Genetik (Detskoje-Selo) arbeitet eine anatomische Methode für die Bewertung der Elitepflanzen bei der Selektion des Faserleines aus; ferner befaßt sie sich mit der Vervollkommnung der technologischen Maßnahmen der Faserbewertung in den Stämmen nach der erforderlichen Vermehrung (bis zur Möglichkeit, 17 kg Stroh zu haben). Die Arbeit wird von W. Pissarew, S. J. Schimanowitsch, A. D. Lebedew und anderen Mitarbeitern der Station geleitet.

Die Station Schatilowo (W. N. Chochlow) züchtet Lein hauptsächlich auf Widerstandsfähigkeit gegen pflanzliche Schädlinge, vor allem gegen Melampsora lini, die in dem Gebiet der Station stark verbreitet ist.

Auf der Station Engelhardtowo sind die Arbeiten mit der Leinzüchtung von K. G. Renard begonnen worden. Außer der Züchtung reiner Linien und der Erforschung ihrer Eigenschaften wurde hier die Frage der Entartung der Leinsorten (der Populationen) erörtert. In letzterer Zeit ist die Bearbeitung der Leinzüchtung durch K. G. Renard in die weißrussische landwirtschaftliche Akademie (Gory-Gorki) übertragen worden[2].

Außerdem wird die Leinzüchtung von den Versuchsstationen in Perm und Wjatka und in den Versuchsfeldern in Wolokolamsk, Beshezk u. a. m. weiterbearbeitet.

---

[1] Unter *Gedrungenheit* versteht man das Verhältnis zwischen der technischen Länge des Stengels und seiner Dicke auf halber Höhe. Unter *Verjüngung* des Stengels versteht man den Unterschied zwischen den Durchmessern an den Samenlappen und unter dem untersten Rispenzweig.

[2] Renard, K. G.: Zur Frage der Ursachen der Leinentartung. J. wiss. Landw. **1928**, Nr 5—6. — Ferner Aufzeichnungen der weißrussischen landw. Akademie 7 (1928). — Ferner: F. F. Borissenko: Zuchtsorten der Feld- und Wiesenfrüchte Rußlands. 1928. — Über die Leinzüchtung in Deutschland siehe bei Bredemann, Ausgabe von Tobler: Der Flachs als Faser- und Ölpflanze. 1928.

II. Der Hanf.

1. Die Hanfanbauflächen einst und jetzt.

Der Hanf wird wildwachsend im Südosten und in Westsibirien[1] angetroffen. Kultiviert wurde er anscheinend später als der Lein; in den ägyptischen Denkmälern sind keine Hanfprodukte enthalten. HERODOT spricht von einer Hanfkultur im Süden Rußlands (bei den Skythen). Später diente der Hanf als Handelsobjekt zwischen den Slawen und den Ausländern, und anscheinend führten gerade die alten großen Wasserstraßen von Skandinavien nach Griechenland und auch im Wolgagebiet (über Dnjepr und seine Nebenflüsse, die Düna einerseits und die Oka andererseits), indem sie Segelstoffe[2] und Taue verbrauchten, zu denjenigen Zentren des Hanfbaues, in denen er sich auch bis jetzt in bedeutendem Maße erhalten hat.

In der Reihe der Erlasse zeigte sich das Interesse der Regierung für den Handel mit Hanf. So lenkte PETER DER GROSSE, der die Hanfausfuhr nach Polen und Riga verboten hatte, die ganze Ausfuhr nach Archangelsk und später nach Petersburg, wobei der Hanf einen bedeutenden Anteil an der Gesamtausfuhr einnahm. Im Jahre 1715 fordert ein Erlaß die Vermehrung der Hanf- und Leinindustrie. Im Jahre 1735 (unter ANNA IWANOWNA) wurde versucht, durch Erlasse sogar die Kultur selbst zu verbessern; u. a. verlangte ein Erlaß, daß der Hanf nicht gerauft, sondern ebenso wie auch die anderen Pflanzen gesichelt wird.

Das *Hauptgebiet des Hanfbaues* liegt an der Wasserscheide der Flüsse Wolga, Dnjepr und Düna. Die Gouvernements Orel (West), Nord-Kursk, Ost-Tschernigow, ein Teil des Gouvernements Smolensk, Kaluga, Tula und Mogilew bilden dieses Zentralgebiet. Außerdem nehmen die Gouvernements Poltawa und Woronesh ebenfalls einen bedeutenden Anteil am Hanfbau. Nicht so stark, aber immerhin deutlich ausgeprägt ist diese Kultur in den östlichen Gouvernements, und zwar in Pensa mit den benachbarten Kreisen der Gouvernements Tambow, Simbirsk und Nishni-Nowgorod und weiter nach Nordosten, in den Gouvernements Wjatka und Perm; während des Krieges dehnte auch das Gouvernement Tomsk wegen seiner Bindfadenindustrie seinen Hanfbau aus. Außerdem wird der Hanf zum Eigenverbrauch von den Bauern sehr vieler anderer Gouvernements angebaut (vor allem des Schwarzerdegebietes).

Die gesamte Fläche unter Hanf (770000 ha) machte etwa die Hälfte der Leinanbaufläche aus. In den „Hanf"-Gouvernements ist die Verteilung folgendermaßen (1909):

Gouvernement	Orel	86300 ha	Gouvernement	Poltawa	32700 ha
,,	Kursk	69300 ,,	,,	Woronesh	30000 ,,
,,	Tschernigow	53700 ,,	,,	Smolensk	29100 ,,
,,	Pensa	49600 ,,	,,	Tambow	29100 ,,
,,	Tomsk	43000 ,,	,,	Kaluga	23100 ,,

1913 betrug die Anbaufläche im europäischen Rußland 85% der gesamten Hanffläche Europas.

Der Hanf bildet ebenso wie der Lein vor allem eine Kultur der kleinbäuerlichen Wirtschaften infolge des hohen Arbeitbedarfes seines Anbaues. Dem-

[1] An den Ufern des Irtysch in der Kulundirsker und Barabinsker Steppe, in den Tälern des Altai-Gebirges. Außerdem kommt der wilde Hanf als *Unkraut* in den Saaten Westsibiriens vor (CHEBTOW: Über den wilden Hanf. Perm 1926). Der wilde Hanf ist mit dem Kulturhanf nicht identisch. Deswegen wird vorgeschlagen, ihn mit dem Namen Cannabis sativa var. rueralis zu bezeichnen (JANISCHEWSKY).

[2] Man muß annehmen, daß der Zug OLEGS gegen Byzanz, für welchen 2000 Schiffe getakelt werden mußten, nur unter der Voraussetzung eines genügend entwickelten Hanfbaues möglich war.

entsprechend entfielen 97% der Hanfsaaten auf bäuerliche Wirtschaften und nur 3% auf Gutsbetriebe.

Der Hanf ist wie der Lein eine gute Geldquelle für den Bauer; und nicht nur allein für ihn — der Staat ist ebenfalls an der Lein- und Hanfausfuhr interessiert, als Mittel zur Stützung unserer Valuta. Von der Gesamtfaserernte von 2,25—3 Mill. dz wird etwa ein Viertel nach dem Auslande ausgeführt; rund die Hälfte wird in der Heimindustrie verarbeitet, der Rest wird in Fabriken zu Tauen, Netzen, Takellage und Bindfaden verarbeitet.

Im Anfang dieses Jahrhunderts ist eine große Veränderung in unserem Hanfbau eingetreten; in den alten Kulturzentren ist ein bedeutender Rückgang des Hanfbaues zu bemerken. Allerdings hängt dies z. T. von der Entwicklung des Eisenbahnnetzes und anderen Veränderungen der Wirtschaftsverhältnisse ab, weswegen die Verschiebung der Kultur erfolgt; sie breitete sich in den Gouvernements Tomsk, Cherson, in Podolien und Bessarabien aus; aber im allgemeinen wurde trotzdem vor dem Kriege ein Rückgang festgestellt, und zwar:

die Hanffläche betrug	1902	1904—8	1909—13
	861000	770000	700000 ha

Als Gründe für die Verringerung des Hanfbaues können folgende angegeben werden: 1. auf dem internationalen Markt verlieren wir an Einfluß infolge der unvollkommenen, undifferenzierten Kultur, die bestrebt ist, sowohl Faser als auch Samen zu gewinnen, infolge der unvollkommenen (handarbeitsmäßigen) Verarbeitung der Faser, infolge Mängel in der Erzeugung und im Handel, angefangen mit dem Absatz eines ungenügend trockenen und reinen Produktes (um an Gewicht zu gewinnen) bis zu den schlecht organisierten direkten Absatzwegen (1920). Unser Hauptkonkurrent ist Italien, das uns in der Größe der Ausfuhr überflügelt hat; 1906 betrug die Ausfuhr Italiens 487000 dz gegen 420000 dz der russischen Ausfuhr. Die hanfeinführenden Länder sind Deutschland, England, Frankreich, Österreich, die Vereinigten Staaten und andere Länder. 2. Sowohl auf dem Außen- wie auch auf dem Innenmarkt trifft der Hanf auf die Konkurrenz der Manilafaser (Musa textilis, Philippinen) und der Sisalfaser (Agave americana, Mexiko), ferner auf die Konkurrenz der Jute (Corchorus textilis, Indien). Die Manila liefert Bindfaden, der Sisal Taue, Jute Sackgewebe. Während des Krieges entwickelte sich bei uns die Bindfadenerzeugung aus Hanf, vor allem im Kreise Bijsk des Gouvernements Tomsk, infolge der Verbreitung der Nähmaschinen unter den Bauern Westsibiriens.

Die vorangegangenen Zahlen gaben nur die Lage des Hanfbaues in der Vorkriegszeit wieder. Ein schnelleres Sinken dieser rein bäuerlichen Kultur zeigte sich später, teils am Schluß des Krieges, vor allem aber in den nachfolgenden Jahren, als die Kurve der Abnahme Parabelcharakter zeigte. Es seien hier die Zahlen für das europäische Rußland angegeben[1].

Jahre	Anbaufläche ha	Abnahme im Verhältnis zu den Jahren 1909—13 %	Jahre	Anbaufläche ha	Abnahme im Verhältnis zu den Jahren 1909—13 %
1909—13 . . .	619843	—	1917	479397	22,7
1914	578682	6,6	1918	465016	25,0
1915	532123	14,0	1919	348761	43,6
1916	512724	16,6	1920	?	rund 50,0

Auf diese Weise wurde die Lage des Hanfbaues katastrophal. Weil zu jener Zeit die Rede von der Notwendigkeit von Agrarmaßnahmen auf dem Gebiete

[1] Siehe Bulletin N. K. P. Nr. 5, 1920.

des Hanfbaues war, so sprach sich der Verfasser in der Ausgabe von 1922 hinsichtlich des Rückganges des Hanfbaues und der Maßnahmen zu seiner Hebung folgendermaßen aus:

Sowohl die Ursachen dazu als auch die Maßnahmen zur Bekämpfung dieses Umstandes liegen vor allem auf dem Gebiet der Wirtschaftspolitik. Die Agrarmaßnahmen können nur in dem Falle verwirklicht werden und nützlich sein, wenn der Anbau des Hanfes für den Bauer wieder einträglich sein wird.

Tatsächlich kam mit der neuen Wirtschaftspolitik auch eine Wiederbelebung des Hanfbaues; nicht genug, heute übertrifft die Hanffläche die Fläche vor dem Kriege, wie nebenstehende Zahlen für den europäischen Teil der Sowjetunion zeigen.

1923 ha	1924 ha	1925 ha
355600	423700	638700

Für die ganze Union aber betrug die Hanffläche nach den Angaben des Z. S. U. im Jahre 1926 931000 ha[1], was im Vergleich mit der Fläche von 1913 130,8% ausmacht. Diese Vergrößerung wird durch die Entwicklung der häuslichen Hanfweberei infolge der ungenügenden Produktion unserer Textilindustrie erklärt.

2. Die Hanfsorten; Hanfsamen und -kuchen.

Während der Hanf nach dem Zweck seines Anbaues dem Lein sehr nahesteht, unterscheidet er sich vom Lein in *botanischer* Hinsicht wesentlich, indem er mit der Brennessel und dem Hopfen verwandt ist. Die Art *Cannabis* (Hanf = Cannabis sativa) gehört zur Familie der Cannabinaceae aus der Ordnung der Brennesselgewächse (Urticiflorae). Der Hanf ist ebenso wie der Hopfen eine diözische Pflanze, d. h. eine Pflanze, bei der die verschieden geschlechtlichen Blüten auf männlichen und weiblichen Pflanzen entwickelt werden. Die männlichen Exemplare heißen bei uns „Poskonj", die weiblichen sind unter dem Namen „materka" (= Mutter) bekannt (oder einfach „Hanf" zum Unterschied von dem „Poskonj"). Diese Pflanzen unterscheiden sich voneinander durch die Entwicklung der Stengel — die männlichen Pflanzen haben einen dünneren Stengel; weiterhin unterscheiden sie sich durch die Faserqualität — bei den männlichen Pflanzen ist sie feiner; und durch die Schnelligkeit des Eintrittes der wirtschaftlichen Faserreife — die männlichen werden früher reif. Von den Hanf*sorten*, die von anderen Autoren wieder für Varietäten von Cannabis sativa gehalten werden, sind vor allem folgende bekannt:

1. Der *gewöhnliche* (Spinnhanf) oder *russische* Hanf ist bei uns stark verbreitet; er erreicht im Durchschnitt etwa 1,5 m Höhe, zeigt eine bedeutende Anhäufung weiblicher Blüten im oberen Stengelteil und besitzt eine recht große Fruchtbarkeit. Die Höhe der Pflanze hängt jedoch stark von den Wachstumsbedingungen ab. Außerdem kann sich der Hanf verschiedener Gegenden auch durch verschiedene erbliche Merkmale unterscheiden. So entstanden in den nördlichen Gouvernements durch die unfreiwillige Auslese frühreifere, aber auch niedriger wachsende Sorten als in den südlichen Gebieten[2].

2. *Der italienische Hanf* (auch Bologneser, Piemonteser, je nach der Herkunft aus den verschiedenen Teilen Italiens) ist eine weit größere Pflanze

[1] Von dieser Zahl entfallen 625400 ha auf den europäischen und 90700 auf den asiatischen Teil der Sowjetunion. In der Ukraine beträgt die Hanffläche 186000 und in Weißrußland 28100 ha.

[2] Über die Möglichkeit der Schaffung einer Hanfsorte durch Auslese, die zum Anbau als Winterpflanze (jedenfalls im Dongebiet) geeignet wäre, siehe bei Puschkarew: Bull. d. Versuchsstat. Rostow-Nachitschewan 1924, Nr 176.

als unser Hanf: er erreicht gewöhnlich 3—3,5 m Höhe; die Blüten sitzen an den weiblichen Pflanzen nicht so dicht wie auf unseren Formen; die Vegetationsperiode ist länger, so daß der italienische Hanf in unseren Verhältnissen nicht ausreift.

3. *Der chinesische Hanf* (Cannabis sinensis), nach VILMORIN auch Riesenhanf genannt, stellt ebenfalls eine südliche hochwüchsige Form dar, die eine dünne und feste Faser liefert.

4. Ferner spricht man von einem *indischen Hanf*, einer stark verzweigten Pflanze, der in Indien zur Samengewinnung und auch zur Herstellung des Haschisch angebaut wird (so nennt man eine teerige Substanz, die besonders in den weiblichen Exemplaren dieser Sorte reichlich vorkommt). Der Haschisch wird von den Eingeborenen zum Rauchen gebraucht und findet teilweise in der Medizin als Narkoticum Anwendung. Zur vollen Entwicklung verlangt der indische Hanf ein heißes Klima.

Im Westen wird der Hanf oft ausschließlich zur Fasergewinnung angebaut, bei uns wird gleichzeitig auch der Samenanbau zur Ölgewinnung verfolgt; der Hanfsamen enthält über 30% Öl. Die lange und grobe Faser des Hanfes wird gewöhnlich zur Herstellung von Segelstoffen, Tauen und zum Teil zur Bauernkleidung verwandt („Poskonjhemden"). Aber bei verbesserter Anfangsverarbeitung ist auch eine größere Vielseitigkeit in der Ausnutzung des Hanfes möglich. Bei uns hat heute z. B. die Herstellung des Hanfbindfadens für die Selbstbindemaschinen Bedeutung.

Die *Hanfsamen* sind äußerst reich an Nährstoffen. Sie enthalten viel Eiweiß (18—23%) und Fett (30—32%). Bei der Auspressung des Öles entsteht der *Hanfkuchen*, der noch eiweißreicher als die Samen selbst ist und ein wertvolles konzentriertes Futtermittel darstellt.

Es sei hier die mittlere *Zusammensetzung* der *Samen* (nach 5 Analysen) und des *Hanfkuchens* (nach 33 Analysen) nach DIETRICH und KOENIG angegeben:

Andere Autoren geben für die Samen einen höheren Eiweißgehalt (23-25%) und einen geringeren Fettgehalt (30%) an.

	Samen %	Hanfkuchen[1] %
Trockensubstanz	91,08	88,06
Eiweiß (N × 6,25)	18,23	30,59
Fett	**32,58**	**9,79**
Stickstofffreie Extraktstoffe	21,06	19,19
Rohfaser	14,97	20,52
Asche	4,24	7,97

Bei den Ernährungsschwierigkeiten der Weltkriegsjahre wurden stellenweise bei uns die Samen und zum Teil auch der Hanfkuchen zur Speise verwendet. Die Zahlen, die zur Charakteristik des Hanfkuchens angeführt worden sind, zeigen, daß auch auf sie die über den Leinkuchen gemachten Ausführungen in bedeutendem Umfange anwendbar sind: *Der Hanfkuchen ist eineinhalbmal so eiweißreich wie das Fleisch*, er ist ebenso reich an Kohlehydraten wie die Kartoffel und ist fettreicher als das Fleisch und die Kartoffel. Der Hanfkuchen ist aber doppelt so reich an Rohfaser wie der Leinkuchen, was vom Standpunkte der Ernährung des Menschen nachteilig ist. Deswegen ist in diesen Fällen beim Hanf ebenso wie bei der Sonnenblume die Anwendung der Methoden der Ölauspressung aus geschälten Samen interessant; für die Sonnenblume brachten diese Versuche günstige Resultate.

Als Ergänzung zu diesen Ausführungen sei erwähnt, daß eine Verwendung nichtgeschälter Hanfsamen zur Ernährung ebenfalls möglich ist, wenn sie 1. gut zerkleinert werden, wenn sie 2. als Zusatz zu Kartoffeln, zum Brot Verwendung finden, und wenn sie in einer Menge von z. B. 5% des Gewichtes der Grundnahrung angewendet werden. Zu diesem Zweck werden die Hanfsamen leicht angeröstet; man kann dieses Anwärmen bald sogar nicht mehr als Rösten bezeichnen; es ist die Stufe der Erwärmung, mit der z. B. die

[1] Näheres siehe bei LEMCKE: Über Hanfkuchen. Versuchsstat. 55. — Ebenfalls bei BÖHMER: Die Kraftfuttermittel. 1903.

Nüsse „gebrannt" werden. Darnach werden sie leicht entweder zu einem Pulver (wenn der Druck der mahlenden Flächen nicht groß ist) oder in eine schmierige Masse zerkleinert. Das eine wie das andere ist in schweren Zeiten nicht nur eine vorzügliche Zutat mit Salz zur Nahrung hinsichtlich der Schmackhaftigkeit, sondern kann auch wesentlich den Eiweiß- und Fettmangel der Nahrung ergänzen.

Der Hanfkuchen (natürlich nicht der bitter gewordene) kann ebenfalls zur Steigerung des Eiweißgehaltes im Kartoffelbrot verwandt werden. Nimmt man z. B. 5 % Hanfkuchen, so erhöhen wir, während wir die Eiweißmenge steigern, die Menge an Rohfaser im Vergleich zu Roggenbrot noch nicht so stark, weil die geschälte Kartoffel außerordentlich rohfaserarm ist (0,6 %). Stellt man z. B. Brot nach folgendem Rezept her: 65 % Kartoffeln, 30 % Roggenmehl und 5 % Hanfkuchen, *so ist ein solches Brot seiner Zusammensetzung nach dem reinen Roggenbrot sehr nahe.* Wenn man folgende Regeln beobachtet, kann man Brot mit einer solchen Kartoffelmenge herstellen, ohne daß es feucht wird: 1. bei der Herstellung des Teiges überhaupt kein Wasser zusetzen, 2. die Kartoffeln am Abend vorher getrennt einsäuern und nur am nächsten Morgen den Rest hinzusetzen, wonach man die ganze Mischung noch etwa 2—3 Stunden gären läßt[1].

Das *Hanföl* wird von der bäuerlichen Bevölkerung zur Nahrung verwendet; außerdem findet es als trockenes Öl Verwendung bei der Herstellung von Farben und Firnis. Seltener wird es zu Beleuchtungszwecken benutzt.

Das Hanföl enthält sehr wenig feste Säuren (4,8 %), vor allem Palmitinsäure; das Vorkommen der Stearinsäure wird bestritten. Die flüssige „Hanfölsäure" hat sich als aus einer Mischung von hauptsächlich Linolsäure (70 %) $C_{13}H_{32}O_2$ und fast gleichen Teilen (je 15 %) Linolensäure ($C_{18}H_{30}O_2$) und Oleinsäure ($C_{18}H_{34}O_2$) bestehend erwiesen. Die Linolsäure (mit 2 Doppelbindungen) und die Linolensäure (mit 3 Doppelbindungen), die Haloide und Sauerstoff aufnehmen können, bedingen die Fähigkeit des Hanföles an der Luft zu trocknen, d. h. unter Aufnahme von Sauerstoff hart zu werden.

Die gewöhnlichen Konstanten für das Hanföl haben folgende Größen:

Bei —10° C ist das Hanföl noch flüssig, bei —15° C wird es trübe, bei —27° C erstarrt es. Die Aufflammtemperatur liegt zwischen 250—260° C. In seiner Trockenfähigkeit steht das Hanföl nur sehr wenig hinter dem Leinöl zurück. Seine Sauerstoffzahl beträgt etwa 13,5. Die Austrocknungsgeschwindigkeit nimmt man mit 4—$4^1/_2$ Tagen an; bei einer dickeren Schicht erreicht sie 8 Tage; ein Hinzusetzen von Sikkativen vor allem zum „durchgeblasenen" Öl kann die Trocknung auf 24 Stunden herabsetzen. Die grüne Färbung läßt sich leicht durch Bleichen entfernen; sie verschwindet ebenfalls bei längerer Erwärmung bis auf 300° C, wobei ein dickeres Öl von goldgelber Farbe entsteht[2].

3. Verhalten des Hanfes zu Klima und Boden, Nährstoffverbrauch, Düngerfragen, Fruchtfolge.

An das *Klima* ist der Hanf anspruchsvoller als der Lein. Seine Vegetationsperiode ist recht lang (18—22 Wochen bis zur Samenreife); die jung aufgelaufenen Pflanzen sind gegen Fröste sehr empfindlich[3]; ein Absinken der Temperatur im Sommer verlangsamt die Entwicklung in hohem Maße. Die Wärmesumme im Laufe der Vegetationsperiode liegt zwischen 2200—2900° C.

Wenn man aber nur früh erntet (nur zur Fasergewinnung), so sinkt die Temperatursumme bis auf 1800—2000° ab.

Dementsprechend wird bei uns die Hauptmenge an Hanf im Schwarzerdegebiet gebaut, indem dadurch in gewisser Hinsicht der Faserlein, der im Waldbodengebiet gebaut wird, ersetzt wird. Obgleich der Hanf auch mit der Trockenheit des Klimas des Schwarzerdegebietes teilweise vorlieb nimmt, so bleibt er doch auf trockenem Boden klein; infolgedessen zieht er innerhalb des Schwarzerdegebietes mehr oder weniger *feuchte Schwemmlandsböden* vor, indem er sich besonders gut auf guten tiefliegenden Aueböden entwickelt, wo-

[1] Siehe die betreffenden Ausführungen am Ende des Kapitels über die Kartoffel.

[2] Über die Wirkung der Erwärmung und des Durchblasens siehe die Ausführungen über das Leinöl.

[3] Wenn diese auch die jungen Pflanzen nicht vernichten, so wirken sie doch recht ungünstig auf die weitere Entwicklung.

bei der Schutz gegen Stürme (die langen Stengel werden durch diese leicht gebrochen) im allgemeinen und gegen die Kälte der Nordwinde im besonderen eine Rolle spielt. Der Boden muß außerdem *locker und durchlässig* sein, weil die Pfahlwurzel des Hanfes in bedeutende Tiefe eindringt. Nach den Beobachtungen in dem Gouvernement Orel „erhält man den besten Hanf auf lehmigen Sandböden bei guter Düngung; auf Lehmböden und auf Schwarzerde wächst der Hanf schnell, er liefert aber eine lockere, leichte Faser" (SAGORSKY).

Dasselbe wird auch in den „Untersuchungen über den Zustand der Hanfindustrie in Rußland" 1852 bemerkt: „Fast alle Gegenden, wo der Hanf auf sandigem Lehm oder auf lehmigem Sand gebaut wird, zeichnen sich durch Erzeugung von Hanffaser erster Qualität aus. Die Gegenden, die reich an Schwarzerdeböden sind, erzeugen eine Faser, die, obgleich sie sich durch Langfaserigkeit auszeichnet, doch hinsichtlich der Feinheit und der Seidenartigkeit weit zurückbleibt." Auf diese Weise wird hier eine gewisse Analogie mit der Kartoffel beobachtet, die ebenfalls auf sandigen Böden kleinere Ernten aber von besserer Qualität (nach Geschmack und Stärkegehalt) liefert als auf fruchtbareren Böden.

In Deutschland werden trockengelegte Teiche oder trockengelegte Moore (Niederungsmoore) als geeignete Flächen zum Hanfbau angesehen.

Auf *Niederungsmoor* ist der Hanf eine sehr bequeme Pflanze zur Abwechslung mit Kartoffeln, weil eine zu häufige Wiederkehr der Kartoffeln auf Moorböden eine Pulverisierung der oberen Bodenschicht zur Folge hat, bei der jene aufhört, Feuchtigkeit aus den untersten Schichten aufzusaugen. Die Abwechslung mit Hanf erlaubt nicht nur, diese Erscheinung zu verhindern, sondern der Hanf unterdrückt gut bei seinem üppigen Wuchs sogar ohne Bearbeitung der Zwischenreihen die Unkräuter, an denen die Niederungsmoore so überaus reich sind. Außerdem war die Inkulturnahme der Moorflächen mit Hilfe des Hanfes für Deutschland ein willkommener Ausweg aus der schwierigen Lage nach dem Kriege. Vor dem Kriege führte Deutschland sehr viel Hanffaser und andere Fasersubstanzen ein (darunter auch aus Rußland), aber der Krieg zwang Deutschland dazu, der Wiederherstellung der Hanf- und Leinkultur seine Aufmerksamkeit zuzuwenden. Hierbei wurde die Möglichkeit ausgenutzt, den Hanfbau auf trockengelegten Mooren zu betreiben, um die Fläche unter Getreide, Wurzelfrüchten und Klee nicht einzuschränken. Stellenweise wurde infolge der starken Nachfrage nach Hanf im Jahre 1916 folgende außergewöhnliche Methode der Ausdehnung der Hanffläche angewandt, Auf die Oberfläche des trockengelegten Moores, das noch nie einen Pflug gesehen hatte, wurden gleichzeitig Kunstdünger und Hanfsamen gesät und sofort darauf der Motorpflug darüber geschickt (offenbar eine Siemensfräse) zur Unterbringung des Kunstdüngers und der Samen. Der Hanf entwickelte sich gut, und die Ernte war zufriedenstellend[1].

In demselben Gouvernement Orel wurde beobachtet, daß nach Abholzen der Eschen und Linden der neue Boden 2—3 Hanferträge ohne Düngung bringen konnte. Schlechter sind Böden, auf denen früher Eichen und Birken standen (noch schlechter solche, auf denen Beimischungen von Nadelhölzern vorkommen[2]). Das Verhalten zur Bodenfeuchtigkeit ändert sich natürlich mit dem Klima. So verlangt der Hanf im trockenen und warmen Klima Italiens in der Regel eine künstliche Berieselung.

Infolge seiner hohen Ansprüche an den Boden und infolge der Tatsache, daß der Hanf infolge des Raufens wenig Wurzelreste im Boden läßt und kein Material zur Stallmisterzeugung liefert (vor allem bei Ausfuhr des Hanfkuchens), genießt er den Ruf einer *bodenerschöpfenden Pflanze*. Allerdings ist auch hier wie beim Lein eher die Rede von einer Erschöpfung der Wirtschaft (und nicht des Bodens) bei falscher Organisation des Hanfbaues.

Bei uns werden zu Hanf große *Stallmistmengen* gegeben, und zwar 450 bis 600 dz alljährlich bei ununterbrochenem Hanfbau; bei Anlage neuer Hanffelder dagegen 2- und 3mal soviel. Diese Mengen enthalten viel mehr Nährstoffe, als der Hanf ausführt; vom Standpunkt des Ersatzes der entnommenen

[1] Siehe HEUSER: Der deutsche Hanf. 1924.
[2] PLOTNIKOW: Lein und Hanf 1927, Nr 5.

Nährstoffe müssen diese Mengen als zu groß bezeichnet werden. Natürlich kann im Stallmist nur ein Teil der Substanzen schon im ersten Jahre eine Wirkung ausüben; der Rest wird auf die folgenden Jahre verteilt. Diese Überlegung hat nur bei einer periodischen Gabe der Grunddüngung Bedeutung, bei einer alljährlichen Gabe aber und bei ununterbrochener Kultur fällt sie weg. Zur Klärung der Frage, wieviel Nährstoffe der Hanf einer Bodeneinheit entführt, sind in Italien die umfangreichsten Untersuchungen angestellt worden (Sestini und Catani). Für Bologna, wo eine mittlere Faserernte von 10,8 dz (bei einer Stengelernte von 90 dz) angenommen wird, die Ernte aber vor der Samenbildung erfolgt, wurden folgende Zahlen erhalten:

	Wenn die ganze Pflanze entfernt wird kg/ha	Wenn die Blätter auf dem Felde bleiben kg/ha
Stickstoff	91,0—120,0	24,8— 46,6
Phosphorsäure	19,4— 59,4	8,1— 30,1
Kali	133,0—174,0	93,2—116,4
Kalk	90,0—163,0	—

Für uns erscheinen diese Angaben für den Stengelertrag einerseits als zu hoch, weil unsere Erträge niedriger sind; andererseits tragen sie nicht dem Stickstoff-, Phosphorsäure- und Kaliverbrauch Rechnung, der durch die Samenbildung bedingt wird. Deswegen muß man eine Umrechnung nach der mittleren Zusammensetzung der Stengel und der Samen für die bei uns anfallenden Ernten aufstellen. Z. B. für 60 dz Stengel und 6 dz Samen, was nur etwas höher als der statistische Durchschnitt unseres Landes ist.

	Stengel (60 dz)		Samen (6 dz)		Insgesamt
	%	kg	%	kg/ha	kg
N	(0,7)	42	(2,6)	16,0	58[1]
P_2O_5	(0,3)	18	(1,7)	10,5	28,5
K_2O	(0,6)	36	(1,0)	6,0	42
CaO	(1,7)	102	(1,1)	12,0	114

Wir wollen noch eine Gegenüberstellung des *Nährstoffverbrauches durch Hanf, Roggen und Kartoffeln,* umgerechnet auf deutsche Erträge, anführen (Heuser).

	Erträge je ha		Es werden ausgeführt in kg		
	dz Korn	dz Stroh	N	P_2O_5	K_2O
Roggen	21	50	63	32	56
Hanf	10	60	100	29	57
Kartoffel	250 Knollen	—	96	44	154

Die verbrauchten Mengen sind natürlich bedeutend höher beim Hanf als bei den Getreidearten[2]; aber dennoch nicht so groß, daß sie alljährlich eine Gabe von 450—600 dz Stallmist rechtfertigten. Dies ist aus folgender Berechnung einer *mittleren Stallmistzusammensetzung* ersichtlich:

	N kg	P_2O_5 kg	K_2O kg	CaO kg
200 dz Stallmist enthalten	100	40	120	140

[1] Eine solche Umrechnung hat F. P. Saenko in der Zeitschrift „Hilfe dem Landwirt" 1914, Nr 6 aufgestellt; wir haben jedoch 6 dz Samen anstatt 4,5 je Hektar angenommen.

[2] Man nimmt an, daß eine mittlere Getreideernte (für Rußland) etwa 37,5 kg Stickstoff, 15 kg (oder etwas mehr) Phosphorsäure, 30 kg Kali und 12 kg Kalk je Hektar ausführt.

Infolgedessen wird der Nährstoffverbrauch einer guten Hanfernte durch eine solch bescheidene Stallmistmenge wie 200 dz/ha gedeckt.

Daraus braucht man natürlich noch nicht eine zu einfache Schlußfolgerung zu ziehen und anzunehmen, daß uns eine einmalige Stallmistgabe von 200 dz erlaubt,eine Hanfernte zu erzielen, weil die Stallmistwirkung sich auf eine Reihe von Jahren verteilt. Bei einer Gabe im Frühjahr wirkt im ersten Jahr z. B. ein Viertel bis ein Drittel der Gesamtmenge des Stallmiststickstoffes (je nach Qualität des Stallmistes). Für Phosphorsäure und Kali ist dieser Teil gewöhnlich höher, aber dennoch kann z. B. höchstens die Hälfte ihrer Gesamtmenge wirken. Daher ist es begreiflich, daß bei Neuanlage eines Hanffeldes mehr Stallmist gegeben werden muß. Aber fernerhin, bei einer Wiederholung der Kultur, wenn sich die Wirkung des neugegebenen Stallmistes mit den Resten des vorigen summiert, braucht man, so scheint es, besonders bei unseren niedrigen Ernten nicht mehr Stallmist zu geben als 200 dz, um dem Hanf die erforderliche Nährstoffmenge zu sichern.

Indessen wurden nach der Zählung, die im Jahre 1914 im Gouvernement Orel vorgenommen wurde, in den bäuerlichen Betrieben zu Hanf folgende Stallmistmengen gegeben[1]:

200— 360 dz/ha	gaben 6 %	von der Anzahl der Bauern, welche die Fragebogen ausgefüllt hatten.
360— 720 „	„ 35 %	
720—1100 „	„ 34 %	
über 1100 „	„ 15 %	

Worin kann nun die Ursache einer solch' reichlichen Stallmistgabe bei uns liegen?

Einerseits ist der Hanf unbedingt eine Pflanze, die eine erhöhte Konzentration der Nährstoffe verlangt, um die gleiche Menge notwendiger Elemente aufnehmen zu können, die z. B. die Kartoffel aus einem Boden ziehen kann, der viel schwächer gedüngt ist, als der Hanf verlangt.

Und dennoch überschreitet das, was in unserer Praxis vorkommt, alle Normen, die sich aus den Versuchen anderer Länder ergeben. Mutmaßlich kann man auf folgende zwei Umstände hinweisen, welche die Bauern veranlassen, zu solch großen Ausgaben bei der alljährlichen Düngung der Hanffelder zu greifen: 1. die große Verunkrautung der Hanffelder — es ist möglich, daß der Hanf durch die übermäßige Düngung, die er gut verträgt, bei starkem Wuchs das Unkraut leichter unterdrücken kann. 2. Es ist möglich, daß man bei der bei uns üblichen flachen Furche und bei der überhaupt unvollkommenen Bodenbearbeitung durch den Stallmist die Lockerheit des Bodens erhöhen will. Indessen ist dies bei einer alljährlichen Gabe hoher Stallmistmengen ein zu teures Verfahren. In den meisten Fällen aber erscheinen die riesigen Stallmistmengen nicht nur wirtschaftlich sondern auch technisch als überflüssig.

Vor allem kann eine Gabe großer Mengen schlecht zersetzten Stallmistes bei der bei uns üblichen Frühjahrsgabe nicht als richtig angesehen werden. Es wäre besser, den Stallmist im Herbst zu geben, wenn die wirtschaftlichen Verhältnisse dies erlauben.

Gibt man zu Hanf 750—900 dz/ha, so wird nicht selten beobachtet, daß der Hanf im zweiten Jahre nach einer solchen Düngung besser wächst als im Jahre der Düngung selbst. Gewöhnlich wird außer acht gelassen, daß es nicht gleich ist, ob man den Stallmist (besonders strohhaltigen) in der Brache zur Winterung gibt oder ihn im Frühjahr zur Sommerung (wie Hanf) unterbringt. Im zweiten Falle erfolgt die Einsaat in noch unzersetzten Stallmist, und seine negative Wirkung zeigt sich mit voller Deutlichkeit; es ist gleichgültig, ob diese Wirkung nun eine Denitrifikation oder eine Retrogradation im Sinne einer Überführung der Bodennitrate in Eiweiß ist. Deswegen muß bei großen Mengen und schlecht zersetztem Stallmist die Unterbringung im Herbst die Regel sein.

Es sei bemerkt, daß Stallmist, der mit Torfeinstreu gewonnen wurde, eher im Frühjahr angewendet werden kann als Strohstallmist. Während die

[1] Lapowok: Der Hanf. 1927.

Einstreu von Torf überhaupt als Mittel zur Vermehrung der Stallmistmenge und zur Verbesserung der Mistqualität erscheint, gewinnt sie beim Hanfbau in der Nähe von Torfmooren besondere Bedeutung. Dabei ist die Rede nicht von einem vollen Strohersatz durch Torf, sondern davon, das Stroh durch Torf zu ergänzen, indem man den Torf unter das Stroh streut und ebenfalls auf den Weg der ablaufenden Jauche; dann fällt die Frage der Verringerung der Sauberkeit im Viehstall weg — sie wird im Gegenteil eher vergrößert.

Im Westen werden zu Hanf die in der Feldwirtschaft üblichen Stallmistmengen von 360 dz oder 180 dz/ha zuzüglich Kunstdünger gegeben, wobei der Hanf in der Fruchtfolge angebaut wird; man erhält dabei einen doppelt so großen Faserertrag als bei uns (9—10,5 dz anstatt 5 dz/ha) bei geringerer Samenernte (oder bei Fehlen der letzteren). Die Bearbeitung des Bodens aber erfolgt dort viel sorgfältiger. In Italien gab es früher ebenfalls wie in Rußland ewige Hanffelder; aber späterhin führte nach Mitteilungen einiger Autoren „das Sinken der Preise, die Verbreitung von Krankheiten, die Entstehung neuer Kulturen" den Hanf in die allgemeine Fruchtfolge ein[1]. Wir besitzen jedoch auch noch andere Mitteilungen, nach denen die zu starke Stallmistdüngung in Italien als schädlich angesehen wird, weil sie zwar ein üppiges Wachstum aber eine wenig feste Faser hervorbringt.

Auch bei uns wäre es richtiger, anstatt den Hanfbau zu verringern, ihn in die *Fruchtfolge* einzuschieben (vielleicht in eine Gemüsegartenfruchtfolge, die intensiver ist), was man mit dem Anbau der Futterwurzelfrüchte, des Tabaks, des Kohls und ähnlicher Pflanzen verbinden kann. Ähnliche Versuche wurden gemacht; sie waren aber nicht genügend lebensfähig, teilweise deswegen, weil sie die Verhältnisse der bäuerlichen Wirtschaft nicht genügend berücksichtigten, der Hanf aber immer eine bäuerliche Kultur war, teilweise aber deswegen, weil sie falsch angestellt wurden. So wurde z. B., als in Rußland die Zuckerrübenkultur eingeführt wurde, empfohlen, die Zuckerrübe u. a. mit dem Hanf abwechselnd anzubauen. Auf den Hanffeldern ist eine solche Abwechslung jedoch für die Zuckerrübe ungünstig infolge des Stallmistüberschusses, der zu Hanf gegeben wurde; diese Abwechslung konnte sich deswegen nicht ausbreiten. Als geeignetere Wurzelfrucht sieht man in dieser Hinsicht mit Recht die Futterrübe an. Von anderen Kulturen sind Tabak, Kartoffeln, Wickhafer und Sommergetreide geeignet. Es ist z. B. folgende gemüsegartenähnliche intensive brachelose Dreifelderwirtschaft möglich: 1. Hanf, 2. Futterrüben (u. a. Wurzelfrüchte, Kohl), 3. Kartoffeln; oder eine Zweifelderwirtschaft: 1. Hanf, 2. Kartoffeln und andere Hackfrüchte. Im Tabakbaugebiet ist die Abwechslung des Hanfes mit Tabak und mit Wurzelfrüchten möglich. Im Westen erscheint der Hanf als geeignete Vorfrucht für Wintergetreide, teils weil dort die Winterung später gesät wird, teils weil der Hanf dort vor der Samenreife geerntet wird; in Frankreich wird aber Winterweizen sogar nach Hanf, der zur Samengewinnung geerntet wird, gesät. In Italien trifft man oft folgende Zweifelderwirtschaft mit drei Ernten an: 1. Hanf, 2. Winterweizen und Stoppelfutterpflanzen; dies können sowohl einjährige Futterpflanzen als auch Futtersteckrüben sein. In Süddeutschland findet man eine Dreifelderwirtschaft mit vier Ernten: 1. Hanf nach Stallmist, 2. Winterraps, 3. Winterweizen und Stoppelsteckrüben. Bei der doppelten Aufgabe unseres Hanfbaues (Faser und Öl) kann der Hanf nicht mehr als gute Vorfrucht für Winterung angesehen werden, wenn die Winterung im gleichen Jahr ausgesät werden soll. Sollen Hanf und Getreide in derselben Fruchtfolge enthalten sein, so muß man schon zu anderen Abwechslungen greifen. So wurde

[1] Wukolow: Der Hanfbau in Italien.

z. B. für das Gouvernement Kursk folgende Reihenfolge empfohlen: Hanf — Wickhafer — Winterung — Hackfrüchte — Sommerung; eigentlich ist dies eine Variation der Norfolker Fruchtfolge[1] + ein fünftes Feld mit Hanf. In einer Wirtschaft des Gouvernements Orel wurde folgende Fruchtfolge eingeführt: 1. Hanf, 2. Rüben, 3. Sommerweizen, 4. $^1/_2$ Wicke $^1/_2$ Klee. Dies ist ebenfalls eine Variation der Norfolker Fruchtfolge, worin der Hanf die Stellung der Winterung einnimmt, aber auch hier kann die Winterung als 5. Schlag nach Wicken eingeschoben werden.

Die Auswahl der Stellung des Hanfes würde wesentlich erleichtert werden, wenn unsere Hanfkultur, bei der man weder eine Faser von bester Qualität noch den höchsten Ertrag an Ölsamen gewinnen kann, auf jeden Fall *nach zwei Richtungen differenziert* werden würde, d. h. in dem einen Falle mit dem Ziel, Faser, im anderen Falle Öl zu gewinnen.

Der Faserhanf kann während der ganzen Zeit geerntet werden, wenn bei uns der Poskonj (männliche Pflanzen) gerauft wird; so ist es in Italien üblich, so wurde es auch bei uns bereits in den 70er Jahren von Pusanow, dem Verfasser der damals bekannten Monographie „Der Hanf und seine Produkte", empfohlen. Damals fand aber von den Gutsbesitzern diese Methode keine Anwendung; die bäuerliche Wirtschaft aber ist nicht geneigt, auf den Samenertrag zu verzichten.

Es ist aber auch folgende Lösung dieser Frage möglich, bei der sowohl unser Hanf (der auf dem internationalen Markt vom italienischen Hanf verdrängt wird) in der Qualität gewinnen würde als auch der Bauer sein Hanföl nicht einzubüßen brauchte, und zwar wenn der Faserhanf einen Teil der Brachefläche besetzen würde. Selbst zugegeben, daß diese Fläche größer sein müßte als auf den ewigen Hanffeldern infolge der geringeren Erträge, so ist dabei aber zur Erleichterung der Arbeit eine Ernte nicht durch Raufen, sondern durch Abmähen der Pflanzen möglich. Außerdem ist Hanf, der vor der Samenreife geerntet wird, an die Düngung weit weniger anspruchsvoll als Hanf, der in voller Reife geerntet wird. Außerdem kann man stellenweise untersuchen, ob man nicht den anderen Teil des Brachefeldes mit Samenhanf nach Art der „Chersoner Brache" bestellen könnte. Eine breitreihige Aussaat mit Hackkultur zwischen den Reihen, mit Einsaat der Winterung zwischen den Reihen *vor der Hanfernte*. Unter diesen Verhältnissen würden die stark verzweigten Pflanzen sogar bei dünner Verteilung eine größere Anzahl gut entwickelter und ölreicher Samen liefern. So erhielt man in einem Versuche 6,4 dz Samen je Hektar bei Aussaat von nur 15 kg Samen und bei einer Reihenentfernung von 1 m (Heuser). Den Hanfanbau zur Samengewinnung kann man ebenfalls in den Hackfruchtschlag einer Vierfelderwirtschaft einschieben, die z. B. folgendes Aussehen annehmen kann[2]: 1. Brache (die teilweise mit frühem Hanf zur Fasergewinnung, teilweise mit Wickhafer oder mit einschürigem Klee besetzt ist), 2. Winterung[3], 3. Hackfrucht (Kartoffeln, Rüben, Mais, Pferdebohnen und Hanf zur Samengewinnung, 4. Sommergetreide[4].

[1] Die typische Norfolker Fruchtfolge besitzt vier Felder: Hackfrucht — Sommerung — Klee — Winterung; hier ist ein fünfter Schlag mit Hanf angefügt.

[2] Eine hierzu nahestehende Gartenfruchtfolge wird auf dem Versuchsfeld in Orel geprüft: 1. Hanf nach Stallmist (Ernte in grünem Zustand). 2. Winterweizen. 3. Hanf nach Stallmist zur Samen- und Fasergewinnung. 4. Kartoffeln oder Rüben, Wickhafer usw.

[3] Zur Winterung muß man, wo es das Klima gestattet, die Untersaat einjähriger Leguminosen (Serradella, Hopfen, Luzerne) erproben, um eine Herbsternte an Grünfutter und eine Anreicherung des Bodens mit Stickstoff und organischer Substanz als Ergänzung der Kleekultur zu gewinnen.

[4] Mit Kleeuntersaat in dem Teil des Feldes, wo kein Hanf in der Brache steht. Wurden in der Sommerung 2jährige Futterpflanzen untergesät, so wird die Fruchtfolge um ein Jahr verlängert, im ersten Nutzungsjahre besetzen die Futterpflanzen das ganze Feld,

Bei der Einführung des Hanfes in die Feld- oder Gemüsegartenfruchtfolge *mit Anwendung von Kunstdünger* könnten die ständigen Hanffelder aber voll und ganz der Gemüsekultur oder dem Anbau von Futterwurzelfrüchten zur Verfügung gestellt werden. Bei einer solchen Ordnung würde der Hanf aufhören, als Verbraucher des gesamten Stallmistes in der bäuerlichen Wirtschaft und als Antagonist einer Ertragssteigerung der übrigen Pflanzen aufzutreten.

Der Anbau zur Fasergewinnung würde bei einer solchen Differenzierung nicht nur dadurch gewinnen, daß man bei früherer Ernte besseres Material erhält (Bindfadenfaser), sondern auch dadurch, daß die Röste des Hanfes noch in der warmen Jahreszeit ausgeführt werden kann, ohne daß man sie zu diesem Zweck auf den nächsten Sommer zu verschieben brauchte. Die Verarbeitung würde früher beendet sein, und das Produkt könnte früher verkauft werden. Die Auswahl der verschiedenen Hanfsorten zur Fasergewinnung würde bei uns größer sein, die Kultur des gewöhnlichen Faserhanfes könnte weiter nach Norden vordringen, z. B. in Verbindung mit der Kultivierung der Moore. Die Wahl der Stellung in der Fruchtfolge würde wie gesagt außerordentlich erleichtert werden, einschließlich der Unterbringung des Hanfes in der Brache vor Winterung.

Außerdem wird für dieselbe Saatfläche nur „ein Drittel an Röstbecken gebraucht: Im Sommer röstet der Hanf viel schneller von Mitte August bis Ende September. Bei fließendem Wasser kann man drei Partien behandeln, und das Becken wird dann wieder zur Aufnahme des Samenhanfes zur Verfügung stehen" (Plotnikow).

Wenn die Hackkultur des Hanfes zur Ölgewinnung in der bäuerlichen Wirtschaft aus Inventarmangel auf Schwierigkeiten stoßen würde, so müßte man einfach eine verdünnte Aussaat des Hanfes im Sommerungsschlag anwenden.

Die Dammkultur läßt ein Hacken zwischen den Reihen auch mit dem Haken zu, jedoch ist eine solche Kultur nur in feuchtem Klima möglich. Bei flacher Kultur ist es übrigens möglich, die käuflichen Hackmaschinen durch verbilligte Nachahmungen bis zu einem gewissen Grade zu ersetzen — ein solches Modell ist z. B. die Hackmaschine aus Holzleisten mit eisernen Zinken, welche die Maschine „Planet" nachahmt: drei Längsleisten, die nach hinten etwas auseinandergehen, die Handgriffe sind an der mittleren Grundleiste angebracht; die seitlichen Streben sind beweglich, so daß sie durch eine Veränderung des Winkels, den sie mit der mittleren Leiste bilden, der Breite der Zwischenreihen angepaßt werden können. (Ausführlicher ist diese Hackmaschine in der Broschüre von Jerschow: Der Anbau der Wurzelfrüchte beschrieben.) Dieses Gerät wird in der deutschen Landwirtschaft als „Igel" bezeichnet.

Man darf aber nicht vergessen, daß man bei einer Ausdehnung des Hanfbaues im Felde dieselben Maßnahmen gegen die Erschöpfung der Wirtschaft an Stallmist treffen muß wie auch bei der Ausdehnung des Leinbaues, d. h. eine gleichzeitige Steigerung des Anbaues von Stallmistbildnern (Futterpflanzen) und die Anwendung mineralischer Düngemittel.

Bei uns rief der Hanfbau bei starker Stallmistdüngung vorläufig noch keinen Bedarf an *mineralischen Düngemitteln* hervor. Anders ist es im Auslande, z. B. in Italien, wo die Anwendung der künstlichen Düngemittel zu Hanf zur Regel geworden ist.

Es wird behauptet (Italien), daß *Kali* und vor allem *Phosphorsäure* eine schwere, feste und in großer Menge zur Verarbeitung auf Seile geeignete Faser, die *Stickstoffdüngemittel* dagegen eine leichte, schöne, nicht sehr feste, zur Verarbeitung auf Gewebe geeignete Faser ergeben. Im allgemeinen wird anerkannt, das Phosphorsäure zur Samenbildung, Kali aber zur Entwicklung der Stengel

---

ebenso im zweiten Jahr — mit Ausnahme des Teiles, der vom Hanf belegt ist. Nach Klee kann man weniger Stallmist geben, indem man mineralische Düngemittel zusetzt (P und K). In nicht zu trockenen Gegenden kann man den Hanfanbau zur Fasergewinnung *nach* den frühesten Futterpflanzen versuchen, wie nach einem Wickroggengemenge oder nach Winterlupinen (l. perennis); man muß aber noch den Röstverhältnissen Rechnung tragen.

nötig ist. Die Stickstoffdüngemittel spielen natürlich eine bedeutende Rolle; aber ein einseitiger Überschuß an Stickstoff kann hier ebenfalls wie beim Lein ein schnelles und üppiges Wachstum hervorrufen; dies würde aber der höchsten Faserausbeute und ihrer Festigkeit nicht entsprechen. Phosphorsäure und Kali dürfen nicht fehlen.

Es muß allerdings bemerkt werden, daß diese einengenden Bemerkungen hinsichtlich der Stickstoffgaben in dem Falle ihre Berechtigung finden, wenn zur Ergänzung des Stallmistes künstliche Düngemittel verwendet werden, oder wenn der Boden stickstoffreich ist (trocken gelegtes Moor). Ist aber keine dieser Bedingungen vorhanden, so kann man ohne starke Stickstoffgabe keine gute Hanfernte erhalten. So beobachtete HEUSER auf leichtem sandigen Lehm ohne Stallmist folgende Wirkung der künstlichen Düngemittel:

	Ertrag	
	an Stengeln dz/ha	an Samen dz/ha
Ohne Düngung	16,4	5,2
Kali und Phosphorsäure	16,6	6,2
Dasselbe mit Stickstoffgabe:		
4 Ztr.[1]	40,0	10,2
6 Ztr.	48,8	9,8

In Italien wird zum Hanfbau auch die *Gründüngung* verwendet. Dazu werden Leguminosen entweder im Herbst als Stoppelsaat oder im vorangegangenen Getreide als Untersaat angebaut und im Spätherbst untergepflügt. Dies gestattet, Ausgaben für Stickstoffdüngemittel zu vermeiden und an Stallmist zu sparen, wenn man Phosphate und Kalisalze hinzugibt.

4. Bodenbearbeitung, Saat, Pflege und Ernte.

Weil der Hanf eine stark entwickelte Pfahlwurzel besitzt und bei gutem Wachstum viel Feuchtigkeit und Nährstoffe verbraucht, so verlangt er eine tiefere *Bodenlockerung* als die Getreidearten, was bei uns gewöhnlich außer acht gelassen wird. Allerdings schwächt die Tiefgründigkeit unserer Schwarzerdeböden und ihre hohe Porosität diesen Kulturmangel oft ab, aber trotzdem trägt man bei uns einseitig mehr Sorge für eine Düngung der dauernden Hanffelder als für ihre erforderliche Bearbeitung.

Während im Westen der Acker für den Hanf im Herbst tief gepflügt wird, pflügen unsere Bauern gewöhnlich im Frühjahr zweimal mit dem Haken: das erstemal sobald man nur nach dem Auftauen des Schnees pflügen kann, wonach der Stallmist hinausgefahren wird; etwa 14 Tage nach der ersten Furche wird zum zweitenmal gepflügt, darauf werden die Samen ausgestreut und eingeeggt.

In Deutschland, wo der Hanf gewöhnlich in der Fruchtfolge seinen Platz hat, wird die Stoppel im frühen Herbst geschält, danach wird eine tiefe Furche gegeben. Im Frühjahr beschränkt man sich auf eine flachere Lockerung. In Italien, wo hochwüchsige Sorten angebaut werden, wird dem Anspruch des Hanfes an tiefe Bodenbearbeitung in hohem Maße Rechnung getragen. Weil dort die Stoppelkultur der Futterpflanzen üblich ist (Pferdebohnen zum Mähen im Gemenge mit anderen einjährigen Futterpflanzen), wird die tiefe Furche zu Hanf bis zur Ernte des Futtergemenges verschoben (nicht später als im Dezember). Es wird auf 40 cm und noch tiefer gepflügt; hat man nicht entsprechende Pflüge, so kombiniert man die Arbeit des Pfluges (30 cm) mit der Handarbeit, wobei

[1] Ammonsulfatsalpeter.

hinter jedem Pflug zehn und noch mehr Arbeiter mit Hacken angestellt werden, oder aber man begnügt sich mit einer Lockerung der Furchensohle durch den Untergrundlockerer. Im Frühjahr wird nach der Bearbeitung des Bodens mit Pferde- oder Handgeräten die Oberfläche durch Eggen oder Harken nach Möglichkeit geebnet; das Feld wird von kleinen Berieselungsfurchen durchzogen.

Das *1000-Korngewicht* des Hanfes schwankt am häufigsten zwischen 12 und 22 g. Es ist nützlich, die Keimfähigkeit vor der Aussaat zu prüfen, weil sie bei Aufbewahrung in großen Mengen bei ungenügender Durchlüftung stark sinken kann. SETTEGAST beobachtete folgenden Zusammenhang zwischen Größe (und Farbe) und Keimfähigkeit:

1000-Korngewicht in Gramm	23,5 (dunkel)	21,7 (hellgrau)	15,5 (grüngrau)
Keimfähigkeit	85 %	56 %	16 %

Alter der Samen	Keimfähigkeit %
1 Jahr	92—96
2 Jahre	70—89
3 Jahre	59—63

Über die Wirkung des *Alters* der Samen auf die Keimfähigkeit werden nebenstehende Angaben gemacht (HEUSER).

Unter den Bauern ist die Ansicht verbreitet, daß die kleinen Samen zur Aussaat deswegen besser sind, weil sie weniger männliche Pflanzen liefern. Auf diesem Gebiete kennt man frühere Versuche LEIDHECKERS, die nebenstehende Ergebnisse brachten.

	Männliche Pflanzen %	Weibliche Pflanzen %
Die größten Samen brachten . .	48,9	51,1
Die mittleren Samen brachten .	28,4	71,6
Die kleinen Samen brachten . .	38,8	61,7

Dieser Versuch spricht, wenn auch nicht für die größten, so auch nicht für die kleinsten, sondern für die mittelgroßen Samen; die kleinen Samen liefern außerdem schwache Pflanzen, die durch den Erdfloh und andere ungünstige Verhältnisse leicht vernichtet werden. Dasselbe ergaben auch die Versuche von S. F. TRETJAKOW in Poltawa.

Die *Saatzeit* wird einerseits durch das Ausbleiben der Fröste, gegen welche die jungen Hanfpflanzen sehr empfindlich sind, bestimmt, andererseits darf man aber den Boden auch nicht zu sehr austrocknen lassen, und außerdem muß man dem Umstand Rechnung tragen, daß eine bedeutende Verspätung der Saat auf die Zeit der Ernte und auf die Röste des Hanfes ungünstig einwirkt. Bei uns fällt die Saat in den April und Mai (in Italien auf Januar—April, je nach dem Breitengrad).

Von den *Aussaatmethoden* ist bei uns die Breitsaat üblich, in Deutschland wird die Drillsaat als die beste angesehen, in Italien herrscht die Drillsaat ausschließlich vor. Bei gleichzeitiger Veränderung der Aussaatmethoden und der Aussaatstärken (die höher als die gewöhnlichen Normen gewählt wurden) erhielt man auf dem Versuchsfelde Lochwiza folgende Ergebnisse:

	Samenertrag dz/ha	Faserertrag dz/ha
Breitsaat (180 kg/ha)	2,25	5,3
Drillsaat (20 cm, 150 kg/ha)	2,67	5,7
Breitreihige Drillsaat (mit Hacken, 42 cm, 75 kg/ha) . . .	3,34	4,8

Zur Ergänzung sei hier noch ein Versuch angeführt, der in Deutschland angestellt wurde, aber mit russischem Hanf, bei gleichbleibender Entfernung zwischen den Reihen (25 cm), aber mit recht verschiedener Saatdichte:

Aussaat in kg/ha	60	80	100	120	140	160
Halmlänge . . . . . cm	89,7	97,5	115,3	122,7	135,4	136,7
Halmdicke . . . . . mm	5,0	5,2	4,7	4,0	3,6	2,8
Kornertrag . . . . . dz	4,2	4,0	3,8	3,4	3,3	3,0
Strohertrag . . . . dz	17,3	24,5	27,2	28,0	31,2	30,0
Körner an der Ernte %	24,5	16,3	14,0	12,0	10,5	10,1[1]

Gewöhnlich werden bei uns 105—120 kg/ha bei Breitsaat ausgesät; manchmal 150 kg, wenn die Unterbringung mit dem Haken die Notwendigkeit eines Überschusses hervorruft, der durch die zu tiefe Unterbringung eines Teiles der Samen bedingt wird. In Deutschland werden 105—150 kg/ha gedrillt, wenn der Anbau den Fasergewinn zum Ziele hat; beim Anbau zur Samengewinnung (Hackkultur) geht man auf 30—37 kg herab.

In der bekannten Wirtschaft von Schurig (Markee) in Deutschland, wo der Hanf alljährlich eine Fläche von 1000 ha einnimmt, wird eine Aussaatmenge von 80 kg auf Moorboden und 60 kg auf Mineralböden bei gleichzeitigem Anbau zur Samen- und Fasergewinnung als beste angesehen.

In Italien schwankt die Aussaatmenge ebenfalls von 30—180 kg/ha, je nach dem Zweck des Anbaues und nach der Aussaatmethode („dichter Hanf gibt eine dünnere, leichtere, hübschere, aber weniger feste Faser; weit gesäter Hanf liefert eine Faser mit entgegengesetzten Eigenschaften“[2].

Bei Breitsaat werden die Samen durch Eggen, Krümmer oder durch den Haken untergebracht; in letzterem Falle ist aber große Übung erforderlich, um diejenige Grenze nicht zu überschreiten, unter welcher die Keimlinge nicht mehr an die Oberfläche gelangen können (4—7 cm), je nach den Bodeneigenschaften.

Heuser empfiehlt bei Drillsaat, 20 cm Abstand zwischen den Reihen, eine Unterbringung auf 4—5 cm als eine Methode, welche die Stärke des Auflaufens nicht stört und gleichzeitig als billiges Bekämpfungsmittel des Unkrautes das Eggen mit leichten Eggen in den ersten Entwicklungsstadien des Hanfes anzuwenden gestattet.

In Italien werden die Hanfsaaten zweimal mit der Hand *gejätet* und *gehackt*, solange der Hanf noch klein ist. In Frankreich findet man außer dem Jäten und Hacken auch noch ein Ausraufen von Pflanzen in den Reihen, um die Pflanzen weiter voneinander zu stellen; dabei läßt man die Pflanzen dichter stehen, wenn die Faser auf Gewebe verarbeitet werden soll, und weiter, wenn man die Erzeugung von Tauen im Auge hat.

Bei uns wird beim Hanfbau manchmal überhaupt keine Pflege angewendet; bei schlechter Bodenbearbeitung muß man aber jäten. Die üblichen Unkräuter auf den Hanffeldern sind Amarant und Melde von den einjährigen, Ackerwinde und Distel von den mehrjährigen.

Die Ackerwinde ist dadurch unangenehm, daß sie, abgesehen von dem allgemeinen Schaden durch Unkräuter, auch noch die Hanfstengel miteinander verflicht und so die Ernte sowohl der männlichen als auch der weiblichen Exemplare stört; vor allem kann sie sich bei ununterbrochenem Hanfbau stark vermehren.

Zur leichteren Durchführung der weiteren Pflegemaßnahmen (Jäten des Hanfes und Ernte der männlichen Pflanzen) werden alle 2 m oder alle $1^1/_2$ Furchen kleine Streifen von 26—35 cm gezogen, damit man die männlichen Exemplare ernten kann, ohne in den dicht stehenden Hanf zu treten, und damit man die ausgerauften Pflanzen vorsichtig wegtragen kann. Ohne solche Zwischenstreifen werden durch das Raufen der männlichen Pflanzen viele weibliche Pflanzen beschädigt.

[1] Faserforschung 1925, Heft 1, Seite 9.
[2] Siehe Wukulow: Der Hanfbau in Italien. 1903.

Bei gutem Wetter laufen die Keimlinge gewöhnlich am fünften Tage schon auf. Etwa 3 Wochen nach dem Erscheinen der jungen Pflanzen kann man beobachten, daß ein Teil dünne, schlanke Pflanzen sind, die im Wachsen die übrigen Pflanzen überholen; dies sind die männlichen Exemplare.

Weil die männlichen Pflanzen in der Überzahl vorhanden sind, ihre Ernte aber nach der Blüte mit der Gefahr verbunden ist, die weiblichen Pflanzen, die wertvoller sind, zu brechen, das Stehenlassen der männlichen Pflanzen bis zur allgemeinen Ernte aber ebenfalls die Entwicklung der weiblichen Pflanzen beeinträchtigt, so wird vorgeschlagen, den größten Teil der männlichen Pflanzen durch Jäten im frühen Jugendzustand zu entfernen, und nur eine geringe Anzahl übrigzulassen, die zur Bestäubung genügen würden; diese läßt man dann bis zur allgemeinen Ernte stehen (Pusanow, Kott).

Sie wachsen bis zur Blüte energisch weiter (Ende Juli — Anfang August), wenn die sich öffnenden Staubbeutel reichlich Staub entleeren, der durch die Luftbewegung leicht fortgetragen wird.

Die *Vegetationsdauer* des Hanfes beträgt etwa 125—140 Tage, wenn man das Ausreifen der Samen, d. h. die Entwicklung der weiblichen Exemplare betrachtet. Die männlichen Exemplare dagegen verlangen bis zur Blüte 75—80 Tage, wonach sie bald absterben.

Die *Hanfernte* wird je nach dem Zweck des Anbaues zu verschiedenen Zeitpunkten ausgeführt. Ist man bestrebt, nur Faser zu gewinnen und nicht die Samenbildung abzuwarten, so wird der Hanf durchweg sehr früh geerntet, und zwar in der Blütezeit der männlichen Exemplare. Diese Methode ist in Italien verbreitet, wo der Hanf gewöhnlich möglichst tief abgemäht wird, wo er ferner zum Trocknen für 2—3 Tage ausgebreitet und danach ungebunden in Haufen von 4 m Durchmesser und 2 m Höhe zusammengetragen wird, wobei man oben ein dachähnliches Gebilde ebenfalls aus Hanfstengeln aufrichtet. Nur vor der Röste werden die Stengel zusammengebunden, nachdem sie zuerst der Länge nach sortiert worden sind; sie werden zuerst gebündelt und dann zu Garben zusammengebunden, indem die oberen Enden abgeschnitten werden.

Ganz anders verfährt man bei uns, wenn man bestrebt ist, von derselben Fläche sowohl Faser als auch Samen zu gewinnen. Die Haupternte wird bis zur Reife der weiblichen Exemplare verschoben, aber die männlichen Exemplare[1] werden gewöhnlich früher, bald nach der Blüte ausgerauft (dabei hört bei Erschütterung der Stengel das Ausscheiden des Blütenstaubes auf; später werden die Stengel gelb und trocken). Verspätet man sich mit der Ernte der männlichen Pflanzen, so decken die jetzt schnell wachsenden weiblichen Pflanzen die männlichen bald zu, die Ernte der männlichen Pflanzen würden dann zu schwierig sein. In solchem Fall läßt man die männlichen Exemplare bis zur Ernte stehen.

Das *Raufen* der männlichen Exemplare beginnt im Juli. Es verlangt große Vorsicht. Sind keine Zwischenwege vorgesehen, so ist ein Brechen der Pflanzen bei der Hin- und Herbewegung auf dem Hanffelde nicht zu vermeiden. Die geernteten männlichen Pflanzen werden getrocknet und entweder durch Wasserröste oder durch Tauröste geröstet. Dabei liefert der früh geerntete männliche Hanf eine zartere und hellere Faser, die zur Herstellung von Hausleinewand dient; später geernteter, infolgedessen ausgetrockneter männlicher Hanf liefert eine gröbere und dunklere Faser, aus der Bindfäden, Säcke und Planen hergestellt werden.

Die Ernte der weiblichen Hanfpflanzen erfolgt Ende August — Anfang September. Hier macht sich der Unterschied in den Aufgaben des Anbaues bemerkbar. Schätzt man die Samen sehr, so wartet man ihr Ausreifen ab (grüne Farbe von innen, rötlichgrüne von außen), wobei die Blätter bereits zu welken anfangen.

[1] Stellenweise werden die männlichen Exemplare auch „Rupfer" genannt.

Dabei wird aber die Faser grob und hart. Die beste Faser entsteht bei früher Ernte, wenn der Hanf noch „grün" ist.

Bei uns wird der Hanf gewöhnlich *gerauft*. Auf kleineren Anbauflächen werden dabei manchmal zuerst die Blätter entfernt, indem man mit der Hand am Stengel von oben nach unten herabfährt: die Blätter fallen auf den Boden und dienen zur Düngung.

Das Raufen des Hanfes erfordert einen großen Arbeitsaufwand (30—35 Arbeitstage je Hektar). Dies erscheint als eines der Hindernisse zur Verbreitung des Hanfbaues.

Man nimmt an, daß bei unserem bäuerlichen Hanfbau je Hektar 130 Arbeitstage erforderlich sind; davon 60 zum Anbau selbst und 70 zur Röste, zum Trocknen, Brechen und Schwingen. Deswegen stellt die Erntearbeit durch Raufen die *Hälfte* der ganzen Feldarbeit vor.

Indessen ist eine Ernte mit der Sense (3 männliche und 9 weibliche Arbeitstage) und mit der Mähmaschine durchaus möglich; letzteres ist in Sibirien, in den Kreisen Bijisk und anderen des Gouvernements Tomsk der Fall.

In Deutschland wird in großen Betrieben auch mit Mähmaschinen geerntet, ohne vorheriges Ausraufen der männlichen Pflanzen. Steht der Hanf dicht, so fallen die männlichen ausgetrockneten Pflanzen nicht zu Boden, sondern bleiben sehr zahlreich in senkrechter Stellung und werden zusammen mit den weiblichen Pflanzen im Stadium der Vollreife der letzteren abgemäht. Dabei bedient man sich sowohl der gewöhnlichen Mähmaschinen als auch der Selbstbinder und sogar der Grasmähmaschinen [mit einigen ergänzenden Hilfsvorrichtungen (Heuser)].

Danach wird der Hanf in Garben gebunden und zum *Trocknen* in Hocken aufgestellt. Bei uns wird in bäuerlichen Betrieben zwischen zwei Methoden der nachfolgenden Behandlung des geernteten Hanfes unterschieden.

1. Die ausgerauften Pflanzen werden zu ziemlich großen Garben gebunden (70—110 cm Umfang), falls man das Dreschen in Garben beabsichtigt. Das Bindematerial besteht aus Roggenstroh, die Garben werden an zwei Stellen gebunden. Darauf werden die Garben mit dem Stoppelende auf dem Boden zu Hocken zusammengesetzt, damit sie austrocknen, wobei sie zum Schutz gegen Regen und Vögel mit Stroh oder mit den bereits vor der Ernte umgefallenen und eingetrockneten Hanfstengeln zugedeckt werden. Nach dem Austrocknen wird mit Flegeln gedroschen, ohne die Garben aufzubinden, danach werden die unausgedroschenen Rispen herausgeschlagen; manchmal benutzt man auch die Dreschmaschine, indem man nur den oberen Teil der auseinandergebreiteten Garbe einläßt und die Garbe fest vor einem Einziehen in die Trommel zurückhält — eine Arbeit, die äußerste Vorsicht und größte Übung verlangt. Beim Dreschen können sowohl die Samen als auch die Stengel leiden, und zwar, wenn der Samen Risse erhält, und noch mehr, wenn er sich schält oder spaltet. Solche Samen sind zur Ölgewinnung verwendbar; zur Saatgutgewinnung ist eine vorsichtigere Behandlung erforderlich. Neben der unmittelbaren Zerstörung der schützenden Samenschalen bewirkt die Beschädigung der Schalen ein leichteres Bitterwerden und Sinken der Keimfähigkeit bei der Lagerung. Nach dem Drusch darf man nicht damit zögern, die Samen von der Spreu zu trennen und sie gut durchzutrocknen, sofern die Garben vorher nicht bereits in Darren getrocknet worden sind. Bei der Aufbewahrung muß man darauf achten, daß sich die Samen nicht erwärmen (häufig umschaufeln, wenn die Samen nicht sehr gut getrocknet wurden). An den Stengeln wird der obere Teil beim Drusch leicht zersplittert, wobei bei der Röste eine Ungleichmäßigkeit in der Röstzeit der verschiedenen Stengelteile und eine ungleichmäßige Färbung entsteht.

Der Drusch des Hanfes herrscht bei uns im östlichen Teil des Hanfbaugebietes vor; der westliche Teil dagegen, vom Flusse Desna an gerechnet, führt ein sog. „Hacken" durch[1].

2. Beim Hacken wird der Hanf in Garben geringerer Größe gebunden, damit man die Spitzen bequemer abschneiden kann, ohne die Stengel unnütz zu verkürzen; dabei werden die Stengel in ihren oberen Enden ausgeglichen. Die Abtrennung der oberen Teile selbst, welche die Samen tragen, erfolgt z. B. folgendermaßen: Sobald die Garben in den Hocken zur Hälfte abgetrocknet sind, wird mit dem Wagen an sie herangefahren; der Wagen ist mit einem Tuch ausgekleidet, ein Arbeiter stellt sich hinein und hackt die Köpfe der herangereichten Garbe mit einer Sichel oder einem Messer ab, wobei die Garbe in den Händen eines anderen Arbeiters, der die Garbe heranreicht, bleibt. Dabei gelangen nicht selten nur noch die „Köpfe", aus denen daraufhin die Samen mit Flegeln ausgedroschen werden, zum Trocknen in die Darre; die Stengel dagegen werden sofort geröstet; dies ist in vielen Gegenden des Gouvernements Tschernigow der Fall. Im Gouvernement Orel werden die ausgetrockneten Garben häufiger in die Scheune gefahren und dort mit einer Sense oder Sichel entköpft, indem die Garbe zwischen den Beinen eingeklemmt wird, oder aber die Garbe wird auf einen Baumstumpf gelegt und dort mit einem Beil geköpft. Zur Gewinnung einer gleichförmigen Faser werden manchmal auch die Wurzelenden der Stengel abgeschnitten.

Gegen das Dreschen, wenn es mit einer Trocknung in Darren verbunden ist, und für das Hacken werden folgende Gründe angeführt (Solotarew). 1. Der Abtransport der Garben vom Felde zum Trocknen in die Darre ist für unsere Bauern in der Mehrzahl der Fälle eine zu umständliche Arbeit. 2. Zum Trocknen der ganzen Garben in Darren braucht man beinahe 6mal soviel Holz als zum Trocknen der Samenkapseln allein, außerdem nimmt das Trocknen ganzer Garben sehr viel Zeit in Anspruch und verlangt einen größeren Raum. 3. Die Röste beginnt später als beim Hacken, und dabei geht die für die Röste beste (warme) Zeit verloren. Während der Trocknung der ganzen Pflanzen in den Darren trocknet die Faser stark aus, infolgedessen braucht der Hanf nach der künstlichen Trocknung zur Röste sehr viel Zeit. 4. Der Hanf muß oft so lange im Wasser liegen, um die Röste zu beenden, daß er dort oft von den Herbstfrösten überrascht und mit Eis bedeckt wird. Infolgedessen wird das Herausnehmen aus dem Wasser erschwert, andererseits wirkt das längere Liegenlassen im Wasser auf die Qualität der Faser ungünstig ein; sie beginnt schlecht zu werden, d. h. zu faulen. Alles dies tritt beim Hacken ohne Trocknung nicht ein, weil die Röste vor dem Eintritt der Herbstfröste beendet ist. 5. Beim Dreschen künstlich getrockneten Hanfes mit Flegeln brechen die Fasern und werden miteinander verfilzt. 6. Die oberen Stengelteile, wo sich der Hanf oft verzweigt, liefern Fasern schlechter Qualität. Sie zeichnen sich durch Wellenförmigkeit und schiefe Form aus, weswegen sich beim Schwingen und Hecheln diese Fasern aneinanderklammern und verflechten; daher werden sie auch in der Mehrzahl der Fälle zu Werg verarbeitet. Infolgedessen wird die Faser beim Raufen kürzer und leichter als beim Hacken.

„In der Regel steht gehackter Hanf im Preise höher als gedroschener; er zeichnet sich durch größere Festigkeit, Bandförmigkeit, Öligkeit und Gleichmäßigkeit aus."[2] Die Grenze zwischen den Gebieten des Hanfhackens und Hanfdreschens hat im allgemeinen meridionale Richtung, die durch den östlichen Teil des Gouvernements Smolensk, durch den Westen des Gouvernements Kaluga und des Gouvernements Orel zur östlichen Ausbuchtung des Gouvernements Tschernigow (Kreis Gluchow) verläuft.

Zum Unterschied von den beschriebenen Methoden wird in Deutschland wenigstens in großen Hanfbetrieben mit dem geernteten Hanf auf zweierlei Art verfahren: 1. die Teile, die geröstet werden sollen, werden mit der Hand oder durch entsprechende Maschinen gekämmt, wodurch eine Verkürzung des Halmes

[1] Siehe z. B. Landwirtschaft und Forstwirtschaft 1894, 61.
[2] Rjabow: Die Verarbeitung der Hanffaser. 1919.

im oberen Teil, der wertvoller ist als der untere, vermieden wird. 2. Der größere Teil der Ernte, der nicht geröstet wird, wird in eine Knetmaschine eingelassen, ohne Abtrennen der Samen; das Dreschen erfolgt hier gleichzeitig mit dem ersten Stadium der mechanischen Bearbeitung der Stengel.

5. Rösten und Schwingen des Hanfes. Sortieren, Züchtung; Krankheiten und Beschädigungen des Hanfes.

Der Hanf wird gewöhnlich *im Wasser geröstet*[1], die *Tauröste* wird stellenweise und nur bei männlichen Pflanzen angewendet, aber mit Nachteil für die Qualität, weil dabei eine dunkle Faser entsteht, zum Unterschied von der helleren Farbe des im Wasser gerösteten Hanfes.

Zur Röste werden gewöhnliche *Gruben* hergestellt, wobei als bester Grund weißer und blauer Ton angesehen werden, danach folgen roter und gelber Lehm. Torf, Podsol- und Sandböden eignen sich nicht; besitzt man keinen geeigneten Boden, so wird der Grubenboden mit Lehm ausgeschmiert. Es ist besser, die Grubenwände durch Flechtwerk, Pfähle und Bretter zu befestigen; seltener trifft man Blockbauten oder eine Auskleidung mit Backsteinen an. Die Möglichkeit, das Wasser abzulassen und die Grube wieder neu zu füllen, ist recht erwünscht. Bei einer Röste in großen Behältern werden die Garben mit Pfählen zu „Flößen" verbunden, oder es werden mit den Garben „Ballons" ausgefüllt (Kisten von 1,5—2 m Höhe, Grundfläche 18—27 qm). Das Material, das in den Behälter versenkt wird, muß gleichartig sein, was durch Sortieren erreicht wird. Die Garben werden horizontal in vier Reihen (und mehr) gelegt. Oben darauf werden Stroh, Zweige und Steine gepackt, damit die Garben nicht aufschwimmen und während der Gärung nicht aus dem Wasser hervorragen; oft wird der Grubenboden mit Stroh ausgelegt, damit die Stengel nicht mit dem Boden in Berührung kommen.

Die Röstdauer bei einer frühen Hanfernte (im grünen Zustand) und bei warmem Wetter überschreitet 12—15 Tage nicht. Bei zu lange auf dem Felde gestandenen Stengeln kann die Röste 20—30 Tage und noch länger dauern.

Gegen Ende der Röste verschwindet der Schaum, das Wasser nimmt einen unangenehmen Geruch an, die Stengel sinken tiefer ins Wasser; ein Teil der Last wird zu dieser Zeit abgenommen. Zur Beurteilung des Endpunktes der Röste werden Proben entnommen, wobei einzelne Stengel hervorgezogen und auf die Leichtigkeit der Abtrennung des Bastes vom Holzteil geprüft werden; der letztere wird brüchig und knistert beim Brechen. Ins Wasser geworfene Stengel dürfen nicht schnell an die Oberfläche kommen, wie dies bei ungenügend geröstetem Hanf der Fall sein kann. Es ist aber richtiger, die Probestengel aus verschiedenen Stellen zu entnehmen, die Probe auszuwringen und zu beobachten, ob sich die Faser leicht von dem Holzteil trennen läßt. Eine nicht ausgeröstete Faser läßt sich nach dem Trocknen schlecht trennen (vor allem im oberen Stengelteil) und ist oft, wenn auch fest, so doch grob und hart. Überröstete Stengel liefern eine schwache Faser, von der ein großer Teil als Werg verlorengeht.

Die Röstdauer hängt von der *Temperatur* des Wassers ab und folglich auch von der Jahreszeit. Eine frühe Röste bei höherer Wassertemperatur ist schneller beendet, eine spätere in kaltem Wasser dehnt sich länger aus (in Italien im Sommer 3—4 Tage, bei uns (im September) etwa 14 Tage).

[1] Seltener wird die Verarbeitung ungerösteten Hanfes angetroffen (Kreis Minusinsk). Über die Verarbeitung nichtgerösteten Hanfes in Italien und Deutschland siehe weiter unten.

Siehe Wukolow: Der Hanfbau in Italien. Landw. u. Forstw. 1903. — In Italien liefert die gewöhnliche Röste, so wie sie von den Bauern betrieben wird, sehr gute Ergebnisse. Als Haupterreger der Röste gelten, in der Regel die anaeroben Mikroorganismen. Als solcher erscheint z. B. der Bacillus felsinens, der von dem italienischen Bakteriologen Carbone isoliert worden ist. Indessen kann dasselbe Ergebnis erzielt werden bei der Beteiligung einiger Aeroben, wie z. B. Bacillus comesii, der noch früher von Prof. Rossi (Italien) isoliert worden war. Mit Hilfe dieses Organismus verläuft die Röste schneller, wenn in die gärende Flüssigkeit Luft eingeblasen wird. Und dennoch wird auch in Italien die Röste ohne künstliche Infektion mit Mikroorganismen ausgeführt, unter Verhältnissen, die für die anaeroben Bakterien günstig sind.

Die aus dem Wasser herausgezogenen Pflanzen werden zum *Trocknen* aufgestellt; hierauf werden sie unter Dach gebracht oder in Diemen zusammengelegt und zum Schutz gegen Regen und Schnee bedeckt. Vor dem *Brechen* werden die Garben entweder im Frühjahr an der Luft oder noch im Herbst oder Winter in Darren zu Ende getrocknet; in letzterem Falle wird die Farbe oft durch den Rauch dunkler. Nach dem Brechen werden die Fasern zusammengebunden und als Rohprodukt verkauft.

Zur weiteren Verarbeitung muß das Rohprodukt von Holz und Werg gereinigt werden; deswegen wird es *geschwungen* und *gehechelt*. Zum Handschwingen braucht man bei uns oft Faß und Schwingmesser. Das Faß bildet einen hohen Zylinder, der aus Holz (Espe) hergestellt ist, mit 45 cm Durchmesser und 1 m Höhe; die Wandstärke beträgt unten 2 cm, oben 1 cm. Das Schwingmesser hat das Aussehen eines ungleichmäßigen Dreiecks; es besteht aus zwei dünnen Eichenbrettern und einem Handgriff. Der Arbeiter nimmt mit der linken Hand eine Handvoll Rohmaterial, breitet es auf der Wand des Fasses aus, indem er die Hand innerhalb desselben hält; mit der rechten Hand schlägt er kräftig auf das Bündel, indem er das Stroh herausschlägt und die „schwache" Faser zum Ende des Bündels gleiten läßt. Das Bündel wird die ganze Zeit gewendet, indem die noch nicht gereinigten Stellen unter das Schwingmesser geschoben werden. Dann wird das Bündel auseinandergenommen, das Werg entfernt und die Fasern werden der Länge nach sortiert[1].

Weiterhin wird der Hanf *gehechelt*, d. h. er wird zwischen elastischen Stahlnadeln hindurchgezogen, die auf einem Brett befestigt sind. Dabei wird das eine Ende des Bündels um die Hand gewickelt und von der anderen Hand hindurchgezogen, danach werden die Enden gewechselt. Hierbei werden die breiten Fasern in dünne gespalten, die schwachen Fasern werden entfernt, die bleibenden festen Fasern einer Länge müssen „dicht an dicht" liegen. Die weitere Verarbeitung der Faser erfolgt in den Webereien, in den Tau- und Bindfadenfabriken usw.

Der „Bindfadenhunger" während des Krieges verstärkte das Interesse an der Ausnutzung des Hanfes zu diesem Zweck. Zuerst wurde mit der Bindfadenherstellung im Kreise Bijisk begonnen, wo die große Verbreitung von Erntemaschinen unter den Bauern Veranlassung dazu gegeben hatte. Ebendort wurde auch eine Maschine zur Verarbeitung des Hanfes erfunden als Ersatz des traditionellen Rades und der Haken[2]. Jedoch betrug die Bindfadenerzeugung in Rußland kaum 24000 dz bei einer Nachfrage von etwa 160000 dz[3].

Infolge der unterschiedlichen Wachstumsverhältnisse, infolge der verschiedenen Erntezeiten und der großen Mannigfaltigkeit in den Methoden der ersten Bearbeitung zeichnet sich unsere Hanffaser durch große Ungleichmäßigkeit aus; infolgedessen trifft die *technische Verarbeitung* der Hanffaser zu einer bestimmten Ware auf große Schwierigkeiten. „Der Prozeß der maschinellen Ver-

[1] Über das maschinelle Schwingen und andere Einzelheiten siehe bei I. I. Rjabow: Die Herstellung des Selbstbinderbindfadens. 1916.

[2] Siehe I. I. Rjabow: Die Erzeugung von Bindfaden in Sibirien. Landw. Ztg. 1915.

[3] Siehe I. I. Rjabow: Über die Lage der Hanfindustrie. 1917.

arbeitung aller Fasern überhaupt, vor allem der Spinnvorgang verlangt gleichmäßiges Material. Bei der gegenwärtigen Lage der Textilindustrie, bei den Erfolgen des Maschinenbaues auf diesem Gebiet erscheint der angeführte Anspruch wesentlich. Es ist eine Frage zweiter Ordnung, ob dieses Fasermaterial nun solches von hoher oder umgekehrt von niedriger Qualität sein wird. In dem einen wie in dem anderen Falle ist es aber erforderlich, daß es gleichmäßig ist. Die Baumwolle wurde Sieger und nahm hauptsächlich infolge ihrer Gleichmäßigkeit eine vorherrschende Stellung ein[1]."

In den Fabriken muß man das verschiedenartige Material, das man beim Ankauf der bäuerlichen Hanffaser erhält, *sortieren*. Als Grundlage dient die Einteilung der Faser in *Taufaser* und *Bindfadenfaser*, entsprechend den verschiedenen Ansprüchen an das Material bei der Erzeugung von Tauen und Bindfaden. Als Hauptmerkmal zur Einteilung dient die Feinheit der Faser — die Faser ist zart, weich und dünn, sie teilt sich leicht beim Kämmen, sie liefert einen Faden und wird zu dünnen Geweben verwendet (Bindfaden); Hanf mit einer großen, breitbändigen Faser ist grob, hart („trocken") und wird zu Tauen verarbeitet; hier machen sich auch die Ansprüche auf größere Festigkeit geltend. Der Tauhanf wird seinerseits nach seiner Qualität in zwei Sorten eingeteilt, der Bindfadenhanf in drei Sorten, wobei als Merkmal der ersten Sorte Reinheit (geringe Verunreinigung durch Stroh und Werg), größere Gleichmäßigkeit, Festigkeit der Faser und „Öligkeit" erscheinen.

In der Mundart der Sortierer werden die *besonderen Merkmale* bei der Einteilung der Sorten folgendermaßen eingeteilt:

Erste Tausorte. Der Hanf ist gleichförmig nach Farbe und Faserlänge — die Faser liegt „dicht an dicht" —; dabei ist die Faser grob, hell, am festesten, wenig werghaltig und ohne Stroh, dem Gefühl nach fettig.

Zweite Tausorte. Der Hanf ist der Länge, der Faserlänge und der Festigkeit nach nicht gleichmäßig. Er ist überhaupt dunkler gefärbt, verunreinigt mit Werg und Stroh, er ist zottig, hart und dem Gefühl nach trocken.

Erste Bindfadensorte. Die Hanffaser ist dem Gefühl nach zart, fettig, nach Farbe und Länge einförmig, wenig verunreinigt, dünnfaserig und fest.

Zweite Bindfadensorte. Sie unterscheidet sich von der ersten Sorte durch Ungleichmäßigkeit und Verunreinigung.

Dritte Bindfadensorte. Die Faser ist stark verunreinigt mit angetrockneten Röstresten; sie ist trocken, oft überröstet, mit einer charakteristischen weißlichen Farbe; sie ist nicht „faserig", zottig und schwach. Ihre Farbe ist außerordentlich verschieden, überhaupt dunkler als diejenige der ersten beiden Sorten.

Die Faser der männlichen Pflanzen zeichnet sich sowohl nach der Tau- wie nach der Wasserröste durch größere Weichheit, Zartheit und Dünne aus und ist im Vergleich zur Faser der weiblichen Pflanzen nicht so fest. Je nach der Qualität, die sehr verschieden sein kann, muß sie zur ersten, zur zweiten oder zur dritten Bindfadensorte gerechnet werden[2].

Zur Ergänzung seien hier die Zahlen eines Versuches über die *Faserausbeute beim Schwingen und Hecheln* weiblicher Hanfpflanzen von verschiedener Qualität angeführt[3]:

	Tausorte		Bindfadensorte		
	I %	II %	I %	II %	III %
Faserausbeute nach dem Schwingen	84,9	77,5	89,8	75,8	39,0
Nach dem Hecheln	55,7	52,7	61,3	41,1	22,1

[1] Rjabow: Die Verarbeitung der Hanffaser, 1. Aufl., S. 13—14. Moskau 1919.
[2] Rjabow: Die Verarbeitung der Flachsfaser, 1. Aufl., S. 20. Moskau 1919.
[3] Nach Rjabow: a. a. O., S. 22.

Infolge der großen Ungleichartigkeit des Materials, das sogar aus derselben Gegend kommt, ist die Aussonderung irgendwelcher bestimmter Gebiete der Hanffasersorten sehr schwierig; man kann aber immerhin Gebiete andeuten, aus denen erstklassige Faser stammen kann und solche, wo erstklassige Faser nicht angetroffen wird. So wird die erste Tausorte in den nördlichen und westlichen Teilen des Gouvernements Orel, in den Kreisen Brjansk, Karatschew und Trubtschewsk gewonnen (nicht Schwarzerdeböden, sondern lehmige Sand- und sandige Lehmböden). Beim Übergang nach Osten und Süden des Gouvernements (zu den grauen Waldböden und zur Schwarzerde) werden die zweiten und dritten Sorten angetroffen; die Kreise Liwny und Jelez liefern die dritte Bindfadensorte. Ferner wird die erste Tausorte im Südwesten des Gouvernements Smolensk, im Süden des Gouvernements Kaluga (Kreis Shisdra), im Nordosten des Gouvernements Tschernigow, im Kreise Lukojanow des Gouvernements Nischni-Nowgorod erzeugt. Die erste Bindfadensorte wird im östlichen Teil des Gouvernements Mogilew („polnische Faser"), in einem Teil des Gouvernements Tschernigow (Kreis Nowosybkow) und im Gouvernement Orel (Kreis Kromy) gewonnen. Die Gouvernements Tambow, Nischni-Nowgorod, Pensa und Simbirsk liefern vorzugsweise zweite und dritte Bindfadensorte.

In Sibirien wird die beste Faser in Minusinsk erzeugt — „sie ist von sehr guter Farbe mit einer geraden, sehr festen und dünnen Faser, ohne Werg und nicht zottig"; sie erleidet geringe Verluste beim Schwingen mit Maschinen. Ihrer Weichheit nach erinnert sie an die italienische Faser (Rjabow).

Dies bezieht sich natürlich nicht auf harten und groben Hanf, der in geringen Mengen im Kreise Minusinsk angetroffen und durch Brechen nichtgerösteter Hanfstengel gewonnen wird.

In den Kreisen Barnaul und Bijisk des Gouvernements Altai werden umgekehrt vorzugsweise minderwertige Sorten angetroffen, „die stark durch Stroh verunreinigt, leicht, mit trockener Faser, kurz und schwach sind". Dies wird dadurch erklärt, daß in den Steppengebieten Sibiriens die extensive Wirtschaft vorherrscht. Deswegen wird dort der Hanf ohne Düngung angebaut; er wird mit Getreideerntemaschinen geerntet, vorzugsweise zur Samengewinnung, teilweise auch zur Wergerzeugung; nach dem Ausdrusch der Samen bleibt das Stroh oft im Felde liegen oder wird verbrannt; wenn auch geröstet wird, so wird der Hanf nicht immer mit einer Brechvorrichtung geknickt, sondern nicht selten durch Pferde auf der Tenne getreten. Dabei wird die Faser durcheinandergeflochten und verunreinigt, sie wird als Werg bewertet. Eine weit bessere Faser liefert der Kreis Smeinogorsk: „Man kann sie leicht von der Faser der Kreise Barnaul und Biisk durch ihre hellgelbe Farbe, ihr gesundes Aussehen, durch die regelrechte Röste, geringe Verunreinigung und genügende Festigkeit unterscheiden."

Neben den gewöhnlichen Methoden der Anfangsbearbeitung der Hanfstengel, wie sie bei den Bauern betrieben werden, stellt die Fabriktechnik der letzten Zeit zwei neue Richtungen in den Vordergrund, von denen die eine die *Verbilligung der groben Erzeugnisse* durch Ablösung der Faser aus ungerösteten Stengeln verfolgt, die andere sich aber die *Hebung der Faserqualität* zum Ziel setzt, um feinere Gewebe herstellen zu können, und wenn auch eine solche „veredelte" Faser mehr kosten sollte.

Die *mechanische Ablösung der Bastfasern* fand in letzter Zeit teilweise in Norditalien Anwendung, wo nach dieser Methode das Rohmaterial 2. Sorte zur Herstellung von Sackgeweben verarbeitet wird, um die Ausgaben für die Juteeinfuhr zu vermeiden. In Deutschland ist eine große Wirtschaft von Schurig (Markee) bekannt, die eine Fläche von 1000 ha mit Hanf bestellt, wobei die mit dieser Wirtschaft verbundene Fabrik den größten Teil des Hanfes von dieser

Fläche ohne Röste verarbeitet; die gewonnene Faser steht natürlich ihrer Qualität nach hinter der gerösteten Faser zurück, aber es genügt, dieser billigen Faser etwas von der besten Faser zuzusetzen, um ein Material zu erhalten, das zur Bindfadenherstellung geeignet ist[1]. Da in der Wirtschaft, von der hier die Rede ist, der Hanf zum größten Teil auf Moorboden angebaut wird, so stößt die Röste auf einige Schwierigkeiten. Die Röste geht schwer vonstatten, und man erhält ein Produkt niedriger Qualität. Indem diese Wirtschaft die mechanische Bearbeitung des Hanfes vom Moorboden mit der Röste des Hanfes vom Mineralboden kombiniert, hat sie damit den billigsten Ausweg aus den vorhandenen Schwierigkeiten gefunden.

Die andere Richtung besteht dagegen in einer *Vervollkommnung des Röstprozesses* oder in dem Bestreben, ein dünnfaseriges gleichartigeres Material mit bestimmtem Glanz und anderen Eigenschaften zu gewinnen, das zur Herstellung wertvoller Gewebe geeigneter ist als der gewöhnlich verarbeitete Hanf. Geht die Röste mit Hilfe chemischer Reaktionen so weit, daß die Bastfasern in ihre Elementarzellen zerfallen, so heißt dieser Prozeß *Kotonisierung* (vom Worte Coton = Baumwolle), weil bei diesem Prozeß Fasern von gleichem Typus (der Länge nach, aber nicht der Drehung nach) entstehen wie bei der Baumwollfaser, die mit hochleistungsfähigen Maschinen verarbeitet werden können, über welche die Technik zur Verarbeitung dieser Art Rohmaterial schon lange verfügt; gewöhnlich benutzt man eine Mischung aus kotonisiertem Hanf mit Baumwolle.

Es wird auch eine Verbindung zwischen der mechanischen Ablösung der Faser mit einer „vervollkommneten Röste" oder mit der Kotonisierung der bereits abgelösten Faser erprobt. Hierdurch würde man den Transport ungeheurer Stengelmassen zu den Zentren der chemischen Verarbeitung vermeiden und ihn nur durch den Fasertransport ersetzen können, um die letztere einer gleichartigen Massenverarbeitung zu unterwerfen.

Die Züchtung des Hanfes. Die Ziele der Züchtung können verschieden sein. Man kann entweder die Auslese nach zwei verschiedenen Richtungen hin führen, indem man einerseits eine Sorte mit der höchsten Ausbeute an bester Faser schafft, andererseits aber eine Sorte, welche die größte Menge ölreicher Samen liefert[2], oder aber man kann danach streben, in einem Kompromißtypus sowohl genügende Faser- als auch Samenertragsfähigkeit bei genügender Qualität des einen oder anderen zu erlangen.

In Deutschland wird die Hanfzüchtung nach letzterer Art mit Hilfe folgender Maßnahmen durchgeführt (Heuser).

1. *Massenauslese*: Die Samen von 2—3000 Pflanzen werden reihenweise in einer Menge von 20 kg je Hektar und mit 50 cm Reihenentfernung ausgesät. Sobald sich die männlichen Pflanzen erkennen lassen, werden sie zum größten Teil entfernt, bis auf eine minimale Anzahl der besten (längsten) Pflanzen. Nach der Ausreife der Samen werden nur die besten weiblichen Pflanzen zur weiteren Vermehrung ausgelesen. Auf diese Weise erhält man ein Saatgut, das durch die Bestäubung der besten weiblichen Pflanzen durch die ebenfalls besten männlichen Pflanzen entstanden ist.

2. *Individualauslese.* Dabei werden von dem Schlage, der mit Saatgut hoher Qualität bestellt ist, alle männlichen Pflanzen entfernt. Von einem 2. Schlage werden aus den besten Familien, die aber mit den weiblichen Pflanzen des 1. Schlages nicht verwandt sind, männliche Zuchtpflanzen ausgelesen, die

[1] Siehe Heuser: Der deutsche Hanf.

[2] Eine Arbeit dieser Art wird von der Versuchsstation Schatilowo durchgeführt, aber die Ergebnisse sind vorläufig in der Presse noch nicht näher bekanntgegeben (kurzen Bericht siehe in der Zeitschrift Lein und Hanf, 1927, Nr 11).

im Stadium der Vollblüte abgeschnitten werden und zur Bestäubung der Mutterpflanze dienen. Dabei werden sie paarweise in eine geschlossene Papiertüte eingeschlossen, die zur Isolation gegen Fremdbestäubung dient.

Ferner werden die Samen jeder Mutterpflanze getrennt ausgesät, und die Nachkommenschaft wird einer vielseitigen Erforschung und Prüfung unterzogen. Den größten Wert besitzen Stengel mit einem breiten Verhältnis zwischen Länge und mittlerem Durchmesser, wie dies z. B. aus folgender Tabelle ersichtlich ist:

Nr. der Stengel	Länge cm	Mittlerer Durchmesser mm	Verhältnis zwischen Länge und Durchmesser	Faser %
1	154	6,7	229	23,7
3	150	8,6	174	20,4
5	158	9,5	166	19,3
7	152	9,3	163	18,9
9	158	10,0	158	18,7
11	155	10,5	147	18,5
13	152	10,6	143	18,4
15	150	12,6	118	16,1

Neben der Fasermenge wird auch ihre Qualität beachtet. In den einen Fällen ist sie weich und seidig, in den anderen Fällen sind die Bündel hart und grob. Es sei hier bemerkt, daß in Deutschland als Ausgangsmaterial der Hanfzüchtung russischer Hanf gedient hat und nicht italienischer, weil die italienischen Sorten auch für Deutschland zu anspruchsvoll sind und sich dort nicht so leicht akklimatisieren wie die russischen Sorten.

Krankheiten und Beschädigungen des Hanfes. Von den pflanzlichen Schädlingen ist der *Hanfkrebs* am gefährlichsten. Er wird durch den Pilz Sclerotinia libertiana hervorgerufen, dessen Myzel durch die Rinde die Markstrahlen entlang in das Mark eindringt und dort (und auch in der Rinde) schwarze Pilzkörper — Sklerotien — bildet. Der Hanf entwickelt sich dabei schlecht, die Fasern verlieren ihre Festigkeit, die kranken Pflanzen können keine Samen ausbilden. Als Gegenmaßnahme wird das Verbrennen der kranken Pflanzen und Einführung eines Fruchtwechsels empfohlen.

Weniger gefährlich sind die Pilze, welche die *Fleckenkrankheit* der Hanfblätter hervorrufen (von den Fungi imperfecti, wie Phyllosticta cannabis und Septoria cannabina).

Aus der Reihe der höheren Blütenpflanzen wird der Hanf von der Seide Cuscuta europaea und dem Würger Orobanche ramosa befallen.

Die *Seide* (Cuscuta europaea) hat kleine Samen, die ihre Keimfähigkeit 5—6 Jahre behalten. Die Triebe der Seide umfassen infolge der kreisenden Bewegung ihres oberen Teiles fest den Stengel des Hanfes und dringen in denselben durch Saugfortsätze bis zum Gefäßsystem der Wirtspflanze vor. Auf Kosten der Wirtspflanze lebt die chlorophyllose Seide vollkommen, indem sie Wasser und fertige Nahrung (organische Substanzen) aufnimmt. Hanf, der von der Seide befallen worden ist, erreicht seine volle Größe nicht, und seine Faser verliert an Qualität. Als Gegenmaßnahmen erscheinen: Reinigung des Saatgutes von den Seidesamen, Umgraben der befallenen Stengel vor der Samenbildung der Seide oder das Ausbrennen der Ansteckungsherde mit Hilfe von Stroh; nach der Ernte — Ausbrennen oder tiefes Unterpflügen und außerdem als allgemeine Maßregel auch gegen andere Schädlinge — ein Fruchtwechsel.

Der Hanfwürger oder Hanftod (Orobanche ramosa), der auf den Wurzeln des Hanfes schmarotzt, ist eine 1jährige Pflanze mit rotbraunem Stengel. Der Stengel ist von nichtgrünen schuppenartigen Blättern besetzt, er trägt einen Blütenstand am oberen Ende mit 2lippigen Blüten. Die Frucht ist eine Kapsel mit einer großen Zahl kleiner Samen. Eine Hanfpflanze kann von vielen Exemplaren des Hanfwürgers befallen werden, weswegen das Wachstum verlangsamt wird und sogar eine völlige Eintrocknung und Vernichtung der Wirtspflanze möglich ist. Als Gegenmaßnahmen dienen: Reinigung der Hanfsamen, Beizen mit Kupfervitriol; Abschneiden des Hanfwürgers vor der Samenbildung (bei der Ernte der männlichen Pflanzen), Abbrennen des Hanffeldes nach der Ernte, eine regelmäßige Abwechslung des Hanfes mit anderen Kulturpflanzen, aber nicht mit solchen, die ebenfalls vom Hanfwürger befallen werden wie, z. B. der Tabak.

Von den *tierischen Schädlingen* seien hier folgende erwähnt: *Der Hanferdfloh* — ein kleiner springender Käfer von erzgrüner Farbe (Psylliodes attennatus) — beschädigt die jungen Hanfpflanzen, indem er die kleinen Pflanzen durchlöchert. Die Lebensweise dieses Insektes wird wie folgt beschrieben. Die überwinterten Käfer erscheinen im Frühjahr auf Brennesseln und den jungen aus den ausgefallenen Samen entstandenen Hanfpflanzen und siedeln auf das Hanffeld über, nachdem dort die Saat aufgelaufen ist. Sie befallen zuerst die Pflanzen an den Feldrändern und dringen immer weiter in das Innere des Schlages ein. Manchmal wird eine direkte Vernichtung der jungen Saat beobachtet, so daß man gezwungen ist, den Hanf erneut auszusäen; es kommt vor, daß auch die neue Saat eingeht und man zum 3. Mal säen muß. In der 2. Junihälfte nimmt die Anzahl der Flöhe ab. Aus den während dieser Zeit abgelegten Eiern entstehen Larven, die sich vom Rindengewebe des Hanfes ernähren; sie legen Gänge im äußeren Wurzelteil an. Im Juli verlassen die Larven die Wurzeln und bewegen sich frei in der Erde, wo sie sich auch verpuppen (in einer Tiefe von 2—12 cm). Anfang August treten die ersten Käfer auf, jedoch sind zu dieser Zeit die Hanfblätter grob geworden und nur die saftigeren Teile der weiblichen Hanfpflanzen sind den Flöhen zugänglich.

Als Gegenmaßnahmen werden meistens empfohlen: 1. eine späte Aussaat des Hanfes zu vermeiden. Rechtzeitige Saat und normale Wachstumsverhältnisse helfen den Pflanzen, den Flöhen zu entwachsen, d. h. so weit fest und grob zu werden, daß die Teilbeschädigungen für solche Pflanzen nicht mehr vernichtend sein können. 2. im zeitigen Frühjahr die jungen Brennesseln und aus dem Ausfall entstandene Hanfpflanzen mit einer Lösung von Pariser Grün zu bespritzen, damit die Flöhe, die sich von diesen vergifteten Blättern ernähren, umkommen. Ist die Verbreitung der Brennessel groß, so ist es ratsam, sie zu wiederholten Malen abzumähen, aber einen gewissen Teil als Lockmittel übrigzulassen, um darauf die Flöhe mit dem Pariser Grün zu vergiften. Es empfiehlt sich, die jungen, aus dem Ausfall entstandenen Hanfpflanzen zu vernichten.

Ferner empfiehlt es sich, die Hanfstoppel abzubrennen, tiefer zu pflügen und schlecht zersetzten Stallmist zu vermeiden, der von der Erde schlecht bedeckt wird und so für die Insekten einen Unterschlupf bietet, die jungen Saaten mit Thomasmehl, mit Tabakpulver, mit Asche usw. zu bestreuen.

Der Leinwurm, eine grünliche Raupe der Ypsiloneule (Plusia gamma) befällt ebenfalls den Hanf, auf den sie von der Brennessel und anderen wildwachsenden Futterpflanzen übergeht. Vor allem vermehrt sie sich bei trockenem und warmem Wetter; Kälte und Regen sind für sie ungünstig. Als Vorbeugungsmittel erscheint die Reinigung des Feldes von Unkräutern, vor allem von Hederich und Brennesseln.

Ferner werden die Hanfblätter auch noch von der dunkelgrauen Raupe des Wiesenzünslers (Botys sticticalis) beschädigt. Als Gegenmaßnahmen werden hier folgende angeführt: 1. tiefes Umpflügen im Herbst derjenigen Stellen, auf welchen sich die Raupen in die Erde vergraben haben, damit die Schmetterlinge nicht aus den Puppen heraus können. 2. Bei Auftreten der Schmetterlinge wird das Feld beräuchert, indem man Stallmist mit Schwefel verbrennt, um die Schmetterlinge zu verjagen und ihnen keine Möglichkeit zu geben, ihre Eier auf dem Hanffelde abzulegen. 3. Bespritzen des Feldes mit Insektiziden (Chlorbarium, Schweinfurter Grün), um die Raupen zu vergiften. 4. Ziehen von Gräben und Vernichtung der hineingefallenen Raupen, um die Hanffelder vor einem Eindringen von der Seite her zu schützen.

Die Hanfstengel werden durch die Raupen des Hirsezünslers (Botys silacealis) beschädigt, die den Stengel durchfressen und sich von seinem Inhalt ernähren; infolgedessen werden die Pflanzen in der Entwicklung zurückgehalten und können keinen Fruchtknoten ausbilden. Entfernen von den Feldern, Verbrennen und tiefes Unterpflügen der Hanfstoppel und sämtlicher Pflanzenreste begünstigt die Vernichtung der Puppen oder verhindert das Auftreten der Schmetterlinge auf den Hanffeldern im Frühjahr.

Von den Stengelschädlingen sei noch der *Hanfkäfer* (Mordellistena micans) erwähnt, dessen Larve im Sommer im Stengel wohnt und sich im Frühjahr des nächsten Jahres verpuppt.

Die Hanfwurzeln werden durch den *Engerling* (Melolontha vulgaris) und ebenfalls von M. hippocastanei beschädigt.

Während der Reife und Ernte können die *Vögel* den Samenertrag erheblich beeinträchtigen (Sperlinge, Hänflinge u. a.).

Abgesehen von Schädlingen kann der Hanf auch stark unter *Hagel* leiden, wenn die Hagelschläge zu einer Zeit erfolgen, zu welcher der Hanf bereits eine bedeutende Höhe erreicht hat. Der Hagel bricht den Hanf, verwirrt die Stengel und beschädigt sie. Derartiger Hanf liefert eine „Hagelfaser", die viel niedriger als die normale Faser bewertet wird; bei der Verarbeitung entsteht viel Werg, die Qualität der Faser verschlechtert sich. Wind kann ebenfalls die Faser verderben, indem die Stengel umbrechen. Wenn auch solche Brüche wieder verwachsen, so liefert derartiger Hanf doch nur eine weniger wertvolle Faser. Deswegen sucht man für Hanffelder windgeschützte Stellen aus, oder man umgibt sie mit einem hohen Flechtzaun, wenn man eine Wirkung des Windes befürchtet.

III. Die südlichen Konkurrenten des Hanfes.

Die Jute (indischer oder chinesischer Hanf, früher Kalkuttahanf genannt) wird von den Stengeln 1jähriger Pflanzen gebildet, die botanisch mit der Linde verwandt sind (Familie Tiliaceae) und zu der Art Corchorus gehören (vor allem Corchorus capsularis und teilweise Corchorus olitorius), welche in Indien, China und anderen tropischen und subtropischen Ländern, vor allem innerhalb des 36. Breitengrades (aber innerhalb des feuchten Klimas) angebaut werden. Zur Fasergewinnung werden die Jutestengel vor der Samenreife geerntet; andernfalls verliert die Faser an Qualität bis zur völligen Entwertung. Die Stengel werden in Wasser geröstet, worauf die Bastfasern abgetrennt werden. Die Billigkeit der Jute wird außer durch die größere Ertragsfähigkeit des Corchorus im indischen Klima im Vergleich zum Hanf auch noch durch die billigen Arbeitskräfte in Indien bedingt. Übrigens hatte in den 50er Jahren der Krimkrieg die Einfuhr des russischen Hanfes nach England unterbunden und eine bedeutende Einfuhr der Jute aus Indien nach England hervorgerufen. Die

„Baumwollhungersnot" der 60er Jahre gab der Juteindustrie wieder einen neuen Anstoß, und die Jute wurde eine ebenso wichtige Gespinstpflanze auf der Erdkugel unter den grobfaserigen wie die Baumwolle unter den feinfaserigen. Sie liefert das Sackgewebe zur Verpackung der amerikanischen Baumwolle, des Javakaffees usw. Eine Unmenge Jute wird in Europa ebenfalls zu Sackgewebe verarbeitet (zur Verpackung von Wolle, Korn, Mehl, Hopfen, Salz, Zucker usw.). Außerdem werden aber aus den feineren Fasern der Jute Teppiche, Vorhänge und in Vermischung mit anderen Fasern (Wolle und Baumwolle) sogar Gewebe als Ersatz für gröbere Tücher (Plüsch usw.) hergestellt. Unter anderem liefert ein asphaltiertes und mit Sand überstreutes grobes Jutegewebe ein leichtes Dach.

Der Manillahanf wird von den Blättern der Musa textilis geliefert. Dies ist eine Pflanze, die mit der Banane, die ebenfalls Fasern liefert, verwandt ist. Sie wächst auf den Philippinen und Molukkeninseln. Sie wird ebenfalls auf Java, Borneo, Sumatra, Martinique u. a. O. kultiviert, aber in geringerer Menge. Zur Fasergewinnung werden die gefällten „Stämme" der Banane in Streifen von 5—8 cm gehauen und mit dem stumpfen Messerrücken die Fasern von den saftigeren Begleitgeweben abgetrennt. Die Faser wird nachher an der Sonne getrocknet und vor Regen und Tau geschützt, damit sie nicht dunkel wird. Die Faser des Manillahanfes wird zur Herstellung von Tauen und besonders von Bindfaden hoch geschätzt. Teilweise hat sie auch eine andere Bedeutung, je nach den verschiedenen Eigenschaften des Ausgangsmaterials und nach der Methode seiner Verarbeitung[1].

Der Sisalhanf[2] besteht aus Fasern, die von den Blättern der Agave rigida und angustifolia (Mexiko, Jukatan) gewonnen werden. Diese Agaveformen und die ähnlichen Arten der Furcroya cubensis sind unmittelbar aus der wildwachsenden Flora Amerikas kultiviert worden. Bei der Verarbeitung der saftigen Blätter wird das Parenchym rein mechanisch entfernt, die bleibende Faser wird getrocknet und in der Sonne gebleicht. Der Sisalhanf wird vor allem zu Tauen verarbeitet, teilweise auch zu groben Geweben. Die Faser zeichnet sich durch Leichtigkeit[3] und Biegsamkeit aus. Vor allem wird diese Biegsamkeit der Taue in kaltem Klima geschätzt, weswegen die nordamerikanische Flotte einen hohen Verbrauch solcher Taue schon früher aufwies, bevor dieser Hanf überhaupt eine Verbreitung gefunden hatte.

Der Neuseeländer Lein wird von den Blättern der neuseeländischen Lilienart Phormium tenax geliefert. Die erste Nachricht davon brachte Cook im Jahre 1769; später entwickelte sich seine Kultur in Neusüdwales und auf der Insel Mauritius. Es gibt verschiedene Rassen, die Fasern verschiedener Dünne liefern, von denen die einen im Gebirge wachsen können (Paretaniwa), die anderen, anspruchsvolleren, die dünnste Faser ergeben (Rotaroa). Die Blätter dieser Lilie haben eine Länge von 1—2 m, die abgelösten Fasern besitzen auch eine Länge von 1 m und noch länger. Sie werden durch die Röste abgelöst, obgleich man Hinweise dafür besitzt, daß es besser wäre, sie mechanisch herauszulösen, weil sie im Wasser leicht an Festigkeit verlieren. Aus dem Neuseeländer Lein werden Stricke und Taue hergestellt; er kann aber auch gebleicht und bei entsprechender Bearbeitung zu feineren Geweben verwendet werden. Der Neuseeländer Lein hat jetzt einen Teil seiner Bedeutung eingebüßt, weil er durch den

[1] Näheres siehe in der Arbeit von Marta Halama: Untersuchungen über Manillahanf. Faserforsch. 1.

[2] Abgeleitet vom Worte „Sisal" = ein Hafen auf der Halbinsel Jukatan.

[3] Nach Wiesner liefern einige Agavearten eine Faser, aus der man Taue und Seile herstellen kann, die im Wasser nicht untergehen.

Sisalhanf aus Nordamerika verdrängt wird. England hat sogar den Gebrauch von Tauen aus diesem Material in seiner Flotte verboten, weil sie einen langen Aufenthalt im Wasser schlecht vertragen. Bei uns kann der Neuseeländer Lein im Gebiet der Stadt Batum gedeihen; vorläufig wird er aber dort mehr in Gärten als Zierpflanze angetroffen.

Hibiscus cannabinus (Goadhemp in England, Bombay-Hanf, Kenaf oder Kanab in Turkestan) ist eine 1jährige Pflanze aus der Familie der Malvaceae, die wegen ihrer Bastfasern in Persien und Indien kultiviert wird (Madras, Bengal), von wo die Faser nach England ausgeführt wird (über Bombay). Sie wird seit langem in Turkestan angetroffen. Die Faser ist hell, weißlich, mit graugelber Schattierung, weich und biegsam. Bei guter Bearbeitung nähert sie sich eher dem Lein und den besten Hanfsorten als der Jute. Aber infolge der gewöhnlich schlechten Verarbeitung wird sie oft niedrig bewertet.

In Indien wird der Kenaf auf trockenen (manchmal steinigen) Böden gebaut, während auf tiefliegenden feuchten Böden die Jute vorherrscht. In kleinen bäuerlichen Betrieben wird der Kenaf breit und ziemlich dicht gesät (die Saatzeit fällt in den Juni); daraufhin wird er vereinzelt und gehackt; dann bleibt der Kenaf ohne Pflege bis zur Ernte, die im Stadium der technischen Reife, die in jenem Klima nach 3—4 Monaten eintritt und dem Ende der Blütezeit des Kenafs entspricht, ausgeführt wird. Die Ernte erfolgt durch Raufen, die Stengel werden in kleinen Garben getrocknet, dann wird der Kenaf im Wasser geröstet, wonach der sich leicht abtrennende Bast mit der Hand abgelöst, im Wasser gewaschen und getrocknet wird. Je Hektar gewinnt man 2—3 Tonnen Faser, die in Indien zu denselben Erzeugnissen verarbeitet werden wie Jute (Sackgewebe, grober Zwirn, Seile). Aber die Gewebe aus Kenaf sind viel fester als diejenigen aus Jute. Die Samen des Kenafs werden zur Ölgewinnung gebraucht; dieses Öl dient in Indien zu Beleuchtungszwecken. Bei uns lenkte der Kenaf die Aufmerksamkeit hauptsächlich in der letzten Zeit auf sich (1924—1927), obgleich die Versuchsstationen auch schon früher mit ihm gearbeitet haben.

So machte R. R. Schreder in Taschkent Versuche mit dem Kenaf in den Jahren 1916/17[1].

Dieses steigende Interesse für den Kenaf wird durch die Bestrebungen erklärt, die aus dem Auslande eingeführte Jute zu ersetzen, was um so leichter zu erreichen ist, weil der Kenaf mit denselben Maschinen verarbeitet werden kann, die zur Verarbeitung der Jute verwendet werden. Die Entwicklung der Kenafanbauflächen wird durch folgende Zahlen charakterisiert:

1924	1925	1926	1927	1928
23	422	2032	3090	rund 10000 ha[2].

Was die Anbaugebiete anlangt, so verlangt der Kenaf für die volle Samenreife fast die gleiche Wärmemenge wie die Baumwolle, und dennoch kann man die Konkurrenz dieser beiden Pflanzen vermeiden, wenn man in Betracht zieht, daß die Hauptmasse des Kenafs im Stadium der nicht vollen Reife, sondern nur der technischen Reife geerntet wird. Eine solche Kultur kann sich aber streifenweise ausdehnen, indem sie an die nördliche Zone der Baumwollkultur angrenzt, z. B. in Mittelasien, in dem Gebiet der Städte Turkestan, Tschimkent, Aulie-Ata, Pischpek, Alma-Ata (früher Werny). Ferner am Kuban, in Kabarda; in einem Teil des Donkreises ungefähr bis zum 47. Breitengrad ist der Anbau des Kenafs möglich (ganz abgesehen von Transkaukasien). In der Krim und auf dem Versuchsfeld

[1] Siehe den Bericht darüber, ebenfalls über die Versuche in den Jahren 1925/27 in der Ausg. 5 der Versuchsstat. f. Usbekistan (Taschkent) 1928.

[2] Die Zahl für 1928 ist durch das Summieren der Angaben der Zählungen zuzüglich der Anbauflächen in den Staatswirtschaften erhalten worden.

Odessa sind ebenfalls erfolgreiche Versuche mit dem Anbau des Kenafs angestellt worden. Außer den Verbesserungsmaßnahmen der Kultur selbst (Anbau mit 50 cm Reihenentfernung, Anwendung der Pferdehackmaschinen, Mechanisierung der Ernte) werden auch Versuche gemacht, die Anfangsbearbeitung des Kenafs zu verbessern; diese Anfangsbearbeitung verlangt in ihrer primitiven Form sehr viel Arbeitsaufwand, was der Verbreitung des Kenafs hinderlich ist[1].

Die chinesische Brennessel oder Ramie (Urtica oder Boehmeria) ist eine mehrjährige Pflanze aus der Familie der Urticeae, die seit alters her in China und Japan in großem Umfange angebaut wird; von der Mitte des verflossenen Jahrhunderts an in kleinerem Umfange in Amerika und in Südfrankreich. Man unterscheidet *2 Arten* der Faserbrennessel — Urtica utilis oder tenacissima, *grüner Ramie*, und Urtica nivea, *weißer Ramie*, von denen die erstere auf beiden Seiten grüne Blätter besitzt, die zweite silberne Blätter, die von unten mit kleinen Härchen bedeckt sind.

Hier haben wir es mit einer verworrenen Synonymik zu tun. Einige halten beide Formen für Boehmeria nivea, in der man Ramie im eigentlichen Sinne (grün, indisch) von der silbernen Art, der chinesischen, unterscheidet: B. nivea var. candicans[2].

Die 2. Art ist widerstandsfähiger, weswegen sie auch eine gewisse Bedeutung für Rußland besitzen kann (vor allem für Transkaukasien). Die Faser dieser Pflanze ist bei guter Bearbeitung von hoher Qualität; sie ist seidenartig. Daraus werden sowohl grobe Gewebe, Taue, als auch recht wertvolle feine Gewebe hergestellt, je nach der Bearbeitung (Seideimitation, Mischungen mit Seide, Spitzen, Plüsch, Gardinen, Decken, Zwirn, Schnüre, Stricke, Segeltuch, Sackgewebe usw.). Als Grenzbreitengrad für den Anbau der Ramie wird der 43. Breitengrad angesehen. Die Ramie verlangt ebensolche tiefgründigen Böden wie Luzerne. Sie reagiert gut auf Stallmist. Die chinesische Brennessel wird entweder durch sehr kleine Samen, die man zuerst in Frühbeeten ankeimen muß, oder öfter durch Wurzeln oder Wurzelausläufer, die gewöhnlich in Reihen, in Furchen, in einer Entfernung von 120 cm verteilt werden, vermehrt. Diese Rhizome werden beim Umpflügen der Reihen der alten Plantage, beim Verziehen und bei der Bearbeitung zwischen den Reihen gewonnen.

In der ersten Entwicklungszeit verlangt die Brennessel ein mehrmaliges Hacken; aber sie beginnt bald, sich zu bestocken und bedeckt allmählich die Zwischenreihen. Die Pflanze ist mehrjährig und sehr ertragsfähig. Von einem Schnitt erhält man 1500 kg Faser je Hektar. Bei alljährlicher oberflächlicher Ergänzungsdüngung und bei der erforderlichen Pflege (oberflächliche Lockerung des Bodens nach der Ernte durch Eggen oder Kultivatoren) kann die Brennnessel im Laufe einer bedeutenden Reihe von Jahren Erträge liefern. Aber in Amerika findet man es nicht vorteilhaft, die Brennessel länger als 5—7 Jahre hintereinander zu nutzen, wonach eine neue Plantage angelegt wird. Unter günstigen klimatischen Verhältnissen bringt die Brennessel mehrere Ernten im Jahre (nach Semmler nicht mehr als zwei, andere berichten aber von der Möglichkeit, in Indien bis zu 6 Schnitte gewinnen[3] zu können; in diesem Fall ist sie aber nicht so ausdauernd. Oft wird Berieselung angewandt. Diese ist aber

[1] Der Nachweis der russischen Literatur über Kenaf in den Jahren 1924/27 ist im Aufsatz von Balaschow in der 5. Ausg. der Arbeiten der Versuchsstat. Usbekistan beigefügt. Außer einer Reihe von Aufsätzen in den Zeitschriften und Berichten der Versuchsstationen gibt es folgende Einzelausgaben: Surkow: Der Kenaf. 1927 (Ausgabe des Kuban-Schwarzmeer-Versuchsinst.). — Janischewsky: Der Kenaf. 1927 (Ausgabe der Aktiengesellschaft „Kenaf").

[2] Siehe Wiesner: Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. 1903.

[3] Tobler: Ramie und Baumwolle. 1927.

nicht so unbedingt notwendig, wie man aus der gewöhnlichen französischen Behauptung — sans irrigation point de ramie — folgern müßte[1].

Durch die Röste wird die Faser der Ramie leicht verdorben, deswegen entfernt man die Bastfaser mit der Rinde zusammen oft auf mechanischem Wege mit Maschinen (Dekortikatoren); später wird die Faser auf chemischem Wege abgetrennt, wozu z. B. in China abgetrennte Rinde und Bastteil in Lauge gekocht werden, daraufhin mit Kalk, in Frankreich aber mit Soda. In Deutschland befaßt sich eine große Fabrik in Emmendingen mit der Verarbeitung der Ramie. Das Patent ist nicht veröffentlicht.

Die Frage über die zukünftige Bedeutung der Ramie enthält viel Streitigkeiten. Wenn es sich herausstellt, wie behauptet wird, daß in den südlichen Gebieten Mittelasiens (in der Nähe der afghanischen Grenze) die Ramie bei künstlicher Berieselung und Düngung alljährlich 3 Ernten liefern kann zu je 15 dz/ha Faser, und wenn die Frage der mechanischen und chemischen Verarbeitung der Faser tatsächlich zufriedenstellend gelöst wäre, so könnte durch die Tauglichkeit zur Herstellung von Seidengeweben und ihre Produktivität die Ramie der Baumwolle bedeutende Konkurrenz machen. Aber vorläufig hat man keinen Grund zu einer derartigen Bewertung dieser in jedem Falle interessanten Pflanze.

Der Kendyr oder die Turka (Apocynum sibiricum, Apocynum venetum) aus der Familie der Apocynaceae, zu der von den Pflanzen unserer Flora die Vincaarten gehören), wird wildwachsend in Turkestan (bis zu den Sieben-Flüssen) und in dem transkaspischen Gebiet angetroffen; sie liefert eine Faser, die den Ruf genießt, im Wasser nicht zu faulen.

Das mehrjährige Rhizom der Turka kann alljährlich während 15 und noch mehr Jahren Stengel ausbilden, die im Spätherbst absterben. Bei dichtem Stand erreichen diese Stengel 4,5 und noch mehr Meter Höhe, sind 2—3 cm stark im unteren Teil und verzweigen sich nur oben. Der lockere Holzteil, der im Frühjahr und im Sommer von Milchsaft durchtränkt ist, trocknet zum Herbst ein und wird brüchig, wodurch die Abtrennung des Bastes vom Holzteil erleichtert wird. Die Sträucher der wildwachsenden Turka sind über große Flächen als undurchdringbares Dickicht an den Flußläufen zerstreut; deswegen ist das Aufsuchen dieser Sträucher sehr schwer. Die Nomadenvölker machen dies auf ihrer Wanderung, indem sie die Flora der Tugai[2] zum Winter als Heizmaterial aushauen.

Die *Tugai* besteht aus Sträuchern von Tamarix elongata, Populus diversifolia, Salix, Eleagnus angustifolius, Halimodendron argenteum, Clematis orientalis, Glycyrrhyza glabra, Alhagi camelorum, Apocynum sibiricum u. a. m.

Es ist interessant, daß der Kendyr in Gemeinschaft mit Eleagnus und Halimodendron gefunden wird, was man damit in Verbindung bringen kann, daß beide Pflanzen Stickstoffsammler sind, weil Eleagnus ähnlich wie die Leguminosen Knöllchen besitzt, Halimodendron aber (ebenso wie Alhagi) unmittelbar zu den Leguminosen gehört. Es ist natürlich möglich, daß außer dem besseren Wachstum des Kendyr auf einem von Leguminosen verbesserten Boden hier auch noch andere Umstände mitspielen, wie z. B. die Zugehörigkeit dieser Pflanzen nach ihren Feuchtigkeitsansprüchen zur gleichen Zone wie der Kendyr; ebenso „kann man annehmen, daß die stachligen und dicht wachsenden Eleagnus und Halimodendron nur als mechanische Barriere gegen das Vordringen des Viehes zum Kendyr dienen"[3].

Die Nomaden suchen die trockenen Stengel der Turka aus und binden sie getrennt zu Garben, wobei ein Arbeiter am Tage nicht mehr als 2 Garben von je 27 cm im Durchmesser sammeln kann. Zur Fasergewinnung wird der Stengel der Länge nach in 2 Teile gespalten, hierauf werden diese Hälften wieder in Stücke

[1] Siehe Sleskin: Über den Anbau der Ramie Nachr. Akad. in Petrowsko-Rasumowskoje. 1887. — Ebenfalls Sammlung Nachr. üb. d. Kulturen im Kaukasus 1.

[2] Siehe bei Brodowsky: Der Kendyr (Turkest. Landw. 1917).

[3] Safonow: Die Expedition zu dem Amu-Daria. Bull. d. Kendyr-Bureau 1928, Nr 3

von 8—12 cm gespalten, dann werden die Bastfasern von den Holzfasern getrennt. Aus einer Garbe, die etwa 8 kg wiegt, gewinnt man rund 400 g Fasern. Bei dieser Handmethode kann ein Arbeiter im Laufe eines Tages 200—300 g Fasern gewinnen. Weil die Netze, die aus der Turka hergestellt werden, nicht faulen (im besonderen widerstehen sie auch der dort bekannten sog. „Netzpest", von der behauptet wird, daß sie innerhalb weniger Stunden ein völlig neues Netz zerstören kann), und infolge anderer Vorteile der Faser dieser mehrjährigen Pflanze entsteht die Frage über den zweckmäßigsten Anbau der Turka und über die Mechanisierung der Stengelverarbeitung.

Jetzt ist bereits festgestellt, daß die mechanische Ablösung des Bastes von der Holzfaser durchaus durchführbar ist bei folgerichtigem Durchlassen der Kendyrstengel zuerst durch glatte Walzen (wodurch ein Zusammendrücken der Holzfaser, ohne den Bast zu beschädigen, erreicht wird), darauf aber durch geriffelte Walzen, welche die Holzfaser brechen und ihre Verbindung mit dem Bast zerstören, worauf auf dem Schwingtisch die Entfernung der Holzfaser erfolgt[1].

Weil der Kendyr nicht wie gewöhnlich geröstet werden kann, wurde die Wirkung erwärmter Laugen auf die von der Holzfaser befreite Bastschicht untersucht. Dabei stellte sich heraus, daß es schwer ist, die Grenze zu finden, bei welcher die Faser ihre Länge behält, und sich von den umgebenden Geweben ohne Herabsetzung der Festigkeit der Faser selbst loslöst, d. h. der Prozeß der Faserabtrennung durch verdünnte Laugen geht hier leicht in den Prozeß der Kotonisierung über, wobei die Hauptmasse der Elementarfasern des Kendyrs in ihrer Größe den langfaserigen (ägyptischen) Baumwollsorten entspricht. Die Webversuche zeigten, daß die Festigkeit des Gewebes aus kotonisierter Kendyrfaser den besten Baumwollgeweben entspricht. In seiner Gleichmäßigkeit erinnert das Gewebe ebenfalls an „Sakilliaridis", an eine der besten Sorten der ägyptischen Baumwolle. Auf diese Weise können die bestehenden Gewebefabriken mit Erfolg ohne große Umstellung den Kendyr verarbeiten. Bei Versuchen dieser Art wurden Versuchsstoffe verschiedener Gewebe aus dem Kendyr hergestellt und bei der Prüfung auf Abnutzung, z. B. des Covercoats aus Kendyr, hat sich herausgestellt, daß dieser Covercoat viel fester ist als derjenige aus Baumwolle[2].

Abgesehen von der Kotonisierung besteht die unmittelbare Verwendung der Kendyrfaser in der Herstellung von Schiffstakellagen und Tauen in weit höherem Maße als bis jetzt, weil durch besondere Versuche nachgewiesen wurde, daß die Kendyrtaue im Vergleich zu den Hanftauen viel fester sind, ganz abgesehen von der größeren Widerstandsfähigkeit gegen Fäulnis[3].

Ferner wurde im Laboratorium von Omellansky nachgewiesen, daß eine Bakterienröste des Kendyrs ebenfalls möglich ist; dafür aber ist die Beteiligung anderer Mikroorganismen als bei Lein und Hanf erforderlich[4]. Die Verhältnisse der praktischen Ausführung einer solchen Röste bedürfen noch einer weiteren Erforschung.

Wenn der Kendyr bei näherer Untersuchung tatsächlich hohe Vorzüge in seinen Fasereigenschaften gezeigt hat, so befindet sich die Frage über die Roh-

[1] Näheres siehe im Bericht von Potapow: Die Technologie der Kendyrfaser. Bull. d. Kendyr-Bur. 1927, Nr 1.

[2] Siehe Potapow: Das Weben des Kendyrs auf Baumwollwebmaschinen. Bull. d. Kendyr-Bur. 1928, Nr 3.

[3] Siehe den Aufsatz von Friedmann und Smirnow: Kendyr als Material für Takellagen und Taue. Bull. d. Kendyr-Bur. 1928.

[4] Siehe die Aufsätze von Omellansky, Makrinow und Fazner: Bull. d. Kendyr-Bur. 1928, Nr 2.

materialquellen des Kendyrs zur Zeit nicht in glänzender Lage. Es wurde nicht wenig von umfangreichen Flächen gesprochen, die in Mittelasien mit Kendyr besetzt sind. Aber tatsächlich hatte sich herausgestellt, daß diese Flächen nur insofern mit Kendyr besetzt sind, daß dieser sich nur zwischen anderen Pflanzen in einzel verstreuten Exemplaren befindet. Zur Klärung der Frage über die Menge an vorhandenem Kendyr wurden Expeditionen in die Ebenen der Flüsse Syr-Daria, Amu-Daria, Ili und Tschu entsandt. Außer Turkestan und Kasakstan wurden zur Erforschung der Kendyrverbreitung der nördliche Kaukasus, Dagestan, Aserbeidschan und die Krim untersucht. Aber trotz des riesigen Ausdehnungsgebietes des Kendyrs muß man dennoch anerkennen, daß man auf den vorhandenen Vorräten an wildwachsendem Kendyr keine Entwicklung einer neuen Textilbranche aufbauen kann, wenn man eine einigermaßen bedeutende Ausdehnung dieser Branche erwartet. Einiges kann man vielleicht durch Schaffung von „Kendyrzentren" in solchen Gegenden erreichen, die dem Wachstum des Kendyrs günstig sind (z. B. auf Inseln, die periodisch von den Flüssen überschwemmt werden). Es wird behauptet, daß manchmal nach dem Abschlagen des Buschholzes die bloßgelegte Fläche durchweg mit Kendyr durch Bildung von Seitensprößlingen der Wurzeln und durch Selbstaussaat bewächst, wozu allerdings notwendig ist, daß die Kendyrsamen auf feuchten Boden fallen. Bei Schutz vor Beschädigungen könnten solche Zentren eine längere Reihe von Jahren hindurch genutzt werden. Aber die geringe Zahl solcher Fälle und vor allem das Verstreutsein in Form kleiner Flecken über riesige Entfernungen gibt keine Möglichkeit, eine genügende Rohmaterialmenge von diesen natürlichen Kendyrpflanzungen zu gewinnen und zwingt dazu, an den Anbau des Kendyrs zu denken.

Kultiviert wurde der Kendyr früher nicht, und deswegen wird heute versucht, den Kendyr zu vermehren, was auf dreierlei Art möglich ist: Saat durch Samen, Pflanzen durch Wurzelteile und Vermehrung durch Stecklinge.

Bei der Aussaat von Samen stößt man häufig auf Schwierigkeiten, daß die Saaten regelmäßig auflaufen; offenbar verlangt der Kendyr bedeutende Bodenfeuchtigkeit und sehr flache Unterbringung (vielleicht auch überhaupt keine Unterbringung, wenn die Saat in einen mit Feuchtigkeit gesättigten Boden oder sogar direkt in das Wasser erfolgt, das man auf die Plantage vor der Saat läßt). Neben den Saatmethoden muß man auch noch die Frage über den geeignetsten Zeitpunkt der Saat untersuchen, weil einige Beobachtungen zugunsten der Herbstbestellung sprechen. Nach der Entwicklung der Samen beginnt der Kendyr zu blühen und liefert technisch brauchbare Stengel im dritten oder vierten Jahr; bei vegetativer Vermehrung kann man dieselben Ergebnisse bereits im zweiten Jahre erreichen.

IV. Die Baumwolle.

1. Die Entstehung ihrer Kultur, ihre Blütezeit und die Krisis der Nachkriegszeit.

Die *Baumwolle* und ihre Faser wurden in Europa viel später bekannt als der Lein, obgleich die Kultur der Baumwolle in Asien (Indien) schon sehr alt ist. Wir besitzen Andeutungen für ihre Existenz bereits 2500 Jahre v. Chr. (chinesische Chronik).

Es wird behauptet, daß das Eindringen der Baumwollkultur nach China damals von den Seidenraupenzüchtern verhindert wurde.

Griechenland aber, Italien und das alte Ägypten kannten die Baumwollkultur nicht; sie hatten auch keine klare Vorstellung über die Herkunft der baumwollenen Gewebe. So berichtet Herodot (5. Jahrhundert v. Chr.) von

einer Baumwollkultur in Indien, indem er behauptet, daß dort „die Wolle auf den Bäumen wächst". Etwa 200 Jahre v. Chr. aber gelangten die Baumwollgewebe nach Griechenland, darnach wurden sie auch in Rom bekannt.

Zu jener Zeit sprachen die Griechen von einer „Wolle, die auf Bäumen wächst" (daher auch der deutsche Name Baumwolle). Die Reisenden durch China berichteten von „einer Pflanze, die Seide liefert". So wird in den chinesischen Chroniken des 6. Jahrhunderts über Turkestan gesprochen, daß es dort eine Pflanze gibt, „deren Frucht den Seidenpuppen ähnlich sieht; in dieser Puppe befindet sich eine seidenartige Faser, aus welcher die Eingeborenen ein weiches und weißes Gewebe herstellen, das sie auf den Markt bringen".

Mit dem Untergang Roms wird auch der Handel mit dem Osten abgeschwächt, und die Nachrichten über die Baumwolle werden für Europa eine Zeitlang geringer. In Asien aber drang die Baumwollkultur nach Persien und Kleinasien vor, sie verbreitete sich auch in Nordafrika, von dort wurde sie auch durch die Mauren nach Spanien gebracht (10. Jahrhundert n. Chr.). In Granada und Barcelona entstanden Fabriken[1], deren Erzeugnisse sich an den Gestaden des Mittelmeeres in Südeuropa verbreitet haben; teilweise drang die Baumwollkultur auch nach Osten (Malta, Sizilien, Griechenland usw.) vor. Andererseits begünstigten die Kreuzzüge ebenfalls die Bekanntschaft der Europäer mit der indischen Baumwolle. Genua und Venedig begannen zuerst die Gewebe einzuführen, später auch die Baumwolle selbst. Deswegen herrschten die venezianischen und Mailänder Kattune eine Zeitlang auf den verschiedenen europäischen Märkten vor; später aber reißen Antwerpen und Amsterdam die Vorherrschaft an sich, um sie ihrerseits dann wieder an England abzutreten.

Mit Indien zusammen ist als alter Herd der Baumwollkultur auch *Amerika* anzusehen. Bei seiner Entdeckung fanden die Europäer dort eine bereits verbreitete Baumwollkultur; sie überzeugten sich davon, daß die Bevölkerung sehr feine Gewebe daraus herstellen konnte. Die Zerstörung der Kultur der Eingeborenen durch die Spanier führte zur Vernichtung der Baumwollindustrie. Der Baumwollanbau erlebte später in Nordamerika seine Wiedergeburt. Amerika wurde danach der Hauptlieferant für Baumwolle nach Europa, vor allem nach England, das bei sich diesen Industriezweig ganz besonders entwickelt hatte. Der Übergang zu maschinellen Spinnereien (1767), die Erfindung einer Maschine, welche die Frage einer schnellen Trennung der Faser von den Baumwollsamen löste (1793), und später die Erfindung des mechanischen Webstuhles (1815) verbilligten die Verarbeitung der Baumwolle und verursachten einen schnellen Übergang von der früheren Handarbeit zur umfangreichen Fabrikerzeugung. Als eins dieser Symptome erschien die Einfuhr der englischen Baumwollgewebe nach Indien (die erste Einfuhr 1822), wodurch die dortige handarbeitsmäßige Weberei lahmgelegt wurde. In letzter Zeit aber begann Amerika die eigene Industrie stark zu entwickeln, und um die Wende des 20. Jahrhunderts überholte es England in der Menge der verarbeiteten Baumwolle, wie folgende Zahlen zeigen:

Länder	1875	1890	1900	1906
	Verbrauch in tausend dz			
Nordamerika (U. S. A.)	683	5356	8299	11770
England	3280	7869	9092	8837
Europäischer Kontinent	642	8265	10400	10738
Rußland	—	—	—	3280
Indien	660	2096	2277	3627

Wenn sich England zu Beginn dieses Jahrhunderts von den Vereinigten Staaten überholen ließ, so geschah dies nur infolge des schnelleren Anwachsens der Industrie der Ver-

[1] Nach der Eroberung Granadas durch die Spanier (1492) wurden sämtliche Fabriken zerstört und die Baumwollwirtschaft vernichtet. „Nur die auch jetzt noch wildwachsend anzutreffende Baumwolle zeugt von einer vergangenen Kultur dieser Pflanze" (Ganeschin).

einigten Staaten. Aber nach dem Kriege wird in England sogar ein Rückgang der Produktion beobachtet bei gleichzeitigem starken Anwachsen der Textilindustrie in Japan. Es folgen die Mengen an verarbeiteter Baumwolle in den verschiedenen Ländern in tausend Ballen zu je 500 Pfd.[1] (1 engl. Pfund = 409 g):

	1912/13		1925/26
1. Vereinigte Staaten	5786	Vereinigte Staaten	6395
2. England	4274	England	3022
3. Rußland	2509	Japan	2816
4. Indien	2177	Indien	2064
5. Deutschland	1728	Rußland	1752
6. Japan	1588	Frankreich	1179
7. Frankreich	1010	Deutschland	1148
8. Italien	789	Italien	1037
Alle übrigen Länder	3139	Alle übrigen Lädner	5268

Rußland lernte ebenfalls wie Europa die Baumwolle und die daraus stammenden Gewebe zuerst von Asien kennen; vor mehr als 100 Jahren gelangten sie zu uns über Astrachan.

Daher der Reichtum an Wörtern orientalischen Ursprungs in der Terminologie der Textilindustrie. So stammt das russische Wort für Papier „Bumaga" von dem persisch-pechlevischen „Pam bag" ab, ebenso das griechische „Bambukion". Das Wort „Kumatsch" von dem türkischen und persischen „Kumasch" (auch Kumas); „Musselin" oder „Mussolin" von dem Wort „Mossul"; „Bjas" von dem mittelasiatischen Bäs oder Bös; das französische „coton" und das englische „cotton" von dem arabischen „Kutun" und das griechisch-ägyptische „gossypion" von dem koptisch-abessinischen „Korsibion"[2].

Erst später begann die Baumwolle zu uns aus dem Westen über Archangelsk (unter Alexej Michalowitsch) zu gelangen. Damals wurden auch die ersten Versuche gemacht, bei uns Webereien einzuführen (mit Hilfe des eingeführten Gespinstes). Die erste Baumwollspinnerei entstand in Moskau 1808; im Jahre 1812 betrug die Zahl bereits 27. Aber der Krieg und der Brand Moskaus im Jahre 1812 verschoben die Erzeugung nach Serpuchow, nach Susdal und gaben Veranlassung zur Entwicklung des Gebietes Schuisk-Iwanowo.

Die Entwicklung des Baumwollbaues in Mittelasien und Transkaukasien. Später mußte man allerdings das Interesse für die asiatische Baumwolle erneut steigern infolge der Unbequemlichkeit, ausschließlich von den Preisen in Liverpool und von der Baumwollernte in Amerika abhängig zu sein. Ein bestimmter Anstoß zur Entwicklung der Baumwollwirtschaft in Rußland wurde durch eine Krisis in der europäischen Baumwollindustrie hervorgerufen, eine Krisis, die im Anfang der 60er Jahre durch den Bürgerkrieg zwischen den Nord- und Südstaaten von Nordamerika herbeigeführt wurde, wobei Europa fast gar keine Baumwolle mehr einführen konnte. Infolgedessen erlangte zuerst in Transkaukasien und später auch in dem mit einer Eisenbahn mit Rußland verbundenen Turkestan die Baumwollwirtschaft industrielle Bedeutung, indem sie einen günstigen Boden nicht nur in den natürlichen Verhältnissen dieser Gebiete sondern auch in dem Umstande fand, daß die bodenständige Bevölkerung bereits mit der Baumwollkultur zum Selbstverbrauch bekannt war. Turkestan nahm rasch gegenüber Transkaukasien die führende Stelle ein, wobei die wertvolleren Sorten der amerikanischen Baumwolle allmählich die asiatischen Sorten verdrängten. Die ersten Versuche, amerikanische Sorten einzuführen, waren allerdings mißglückt, deswegen, weil in den 70er Jahren die Samen der wertvollsten, langfaserigen Sorten geschickt wurden, die eine lange Vegetationsperiode besitzen (Sea-Island), die auch in Amerika selbst sehr beschränkt ver-

[1] Baumwollind. 1927, 57.
[2] Siehe Bartolt: Die Baumwollwirtschaft in Mittelasien. 1924.

breitet waren. Später aber wurde dieser Fehler bemerkt, und die in Amerika übliche Baumwolle, die dem kontinentalen Klima angepaßt ist (Upland), fand im Turkestan geeignete Entwicklungsverhältnisse vor. Vor allem wird seit den 80er Jahren eine Steigerung des Anbaues dieser Baumwolle beobachtet; im weiteren Verlauf — eine allmähliche Verdrängung der asiatischen Baumwolle. So betrug im Jahre 1884 die Fläche des „Amerikaners" nur 330 ha, 1887 etwa 15400 ha, 1890 aber 93500 ha; die asiatische Baumwolle besetzte zu dieser Zeit 35200 ha. Im weiteren Verlauf der Jahre wurde die Anbaufläche mit amerikanischer Baumwolle bereits zu Hunderttausenden von Hektar gezählt, die Kultur der asiatischen Baumwolle aber nahm eine bescheidene Stellung ein; weniger als 10% der gesamten Baumwollfläche des Jahres 1907.

Für das Ferganagebiet, das in der Baumwollwirtschaft eine Hauptrolle spielt, werden diese Verhältnisse durch folgende Zahlen wiedergegeben[1]:

Jahr	Die Baumwollfläche in ha			Ernte an Rohprodukten in dz[2]
	amerikanische	asiatische	insgesamt	insgesamt
1889	30146	24739	54885	372000
1892	79846	18915	98761	684800
1895	98381	16223	114605	812400
1899	159109	11824	170933	1440000
1901	232826	13337	246163	18733000
1904	204600	—	—	1627000
1907	219952	—	—	3936000
1910	—	—	352733	3441000
1911	—	—	414370	—

Die *Vorkriegsgesamterzeugung von Turkestan* — in Doppelzentnern gereinigter Baumwolle — die auf den verschiedenen Stationen der mittelasiatischen und der Taschkenter Bahnen aufgegeben wurde, wird durch nebenstehende Zahlen wiedergegeben (in Tausend Doppelzentnern[3]).

Jahr	gereinigte Faser	Jahr	gereinigte Faser
1899	762	1905	895
1900	813	1906	1478
1901	1128	1907	1729
1902	986	1908	1520
1903	925	1909	1361
1904	1050	1910	1902
		1911	2080

Durch die schnelle Entwicklung der Baumwolle in Turkestan und in Transkaukasien wurde es Rußland möglich, rund die Hälfte des Eigenverbrauches mit eigner Baumwolle zu decken, wie aus folgenden Zahlen ersichtlich ist (in Millionen Doppelzentnern[4]):

Jahr	Lieferung russischer Baumwolle		Einfuhr	
	Mittelasien	Transkaukasien	europäische	asiatische
1908/09	1,27	0,14	1,59	2,29
1909/10	1,72	0,13	1,64	2,95
1910/11	1,90	0,21	1,65	2,95
1911/12	1,90	0,29	1,72	0,27
1912/13	1,85	0,26	1,44	0,31
1913/14	2,06	0,26	1,85	0,34

[1] Ponjatowsky: Ein Versuch der Erforschung der Baumwollwirtschaft in Turkestan und in Transkaspien, S. 82. Petersburg 1913.

[2] Der Gewinn an Reinprodukten beträgt etwa ein Drittel des Gewichtes des Rohproduktes.

[3] Ponjatowsky: Ein Versuch der Erforschung der Baumwollwirtschaft in Turkestan, S. 84. 1913.

[4] Siehe Bull. d. Zentralkomitees f. Baumwollind. 1916, Nr 1, 15.

Auf diese Weise machte in der Vorkriegszeit unsere Baumwolle bereits mehr als 50 % der gesamten Baumwolle aus, die in unseren Fabriken verarbeitet wurde, wobei etwa neun Zehntel dieser 50 % auf die mittelasiatische Baumwolle entfielen.

Es muß allerdings bemerkt werden, daß dabei unsere Erzeugung im Vergleich zur Weltproduktion recht bescheiden geblieben ist:

Länder	Welternte an Baumwolle im Jahre 1906/07[1]			
	Baumwollfläche ha	Ernte an gereinigter Baumwolle dz	in %	mittl. Ernte je Hektar dz
Vereinigte Staaten	12825000	30750000	69,6	2,3
Ostindien	8312180	7902000	18,0	0,9
Ägypten	520000	3096000	7,0	6,0
Rußland (Transkaukasien und Mittelasien)	102300	1483000	3,4	3,5
Brasilien, Peru, Westindien, Türkei und teilweise Japan	—	907000	2,0	—
Insgesamt geerntet	—	44150000	100,0	—

Im Jahre 1913 betrug unser Anteil an der Baumwollweltproduktion 7 %. Für uns ist natürlich nicht der Weltmaßstab am wichtigsten, sondern der Verbrauch unserer Fabriken. In dieser Hinsicht wurde eine ununterbrochene Steigerung der Bedeutung unserer Baumwolle beobachtet, trotz des gleichzeitigen Anwachsens der Industrie.

Jahre	Anbaufläche ha
1913	536000
1914	622000
1915	747000
1916	785000

Das Schließen der westlichen Grenze bei Kriegsausbruch hatte ein Anwachsen der Baumwollfläche in Turkestan wie nebenstehend zur Folge.

Die Entwicklung unserer Baumwollwirtschaftkonnte nach diesen Mit. teilungen als glänzend erscheinen. Indessen ist dieser Prozeß nicht gesund gewesen; er enthielt sehr viel Künstliches, ja sogar Krankhaftes, und enthielt bereits Keime einer künftigen Krisis. Die Sache ist die, daß die Baumwolle, die ein Stallmistzehrer aber kein Stallmisterzeuger[2] ist, sich, wenn Kunstdünger fehlt, nicht anders entwickeln kann *als in einem bestimmten Verhältnis zu der Futterfläche in der Wirtschaft.* Jede Überschreitung dieses Verhältnisses, die vorübergehend möglich ist, ist einem Raubwaldbau gleich, bei dem die Jagd nach Gewinn im betreffenden Augenblick das Gebiet für die folgenden Jahre ohne Wald beläßt. In Turkestan wurde nicht nur kein festes Verhältnis zwischen der anwachsenden Baumwollfläche und der Vergrößerung der Futterflächen und der Düngemittel in der Wirtschaft beachtet, sondern es wurde sogar nicht selten eine direkte Einschränkung der an sich schon geringen Luzernefläche (zugunsten der Baumwolle) beobachtet; ja diese Verringerung wurde sogar infolge von Mißverständnissen als Verdrängung weniger wertvoller Kulturen durch wertvollere Baumwolle begrüßt. Es genügt zu sagen, daß es in den am stärksten entwickelten Baumwollgebieten (das Tal von Fergana) Ortsbezirke gab, in denen diese Pflanze bis zu 80 % (und sogar 85 %) der Fläche der berieselten Felder einnahm. Dies bedeutet, daß die Landwirte nicht nur gezwungen waren, sich Brot auf dem Markte zu kaufen, sondern daß sie sich auch Heu kaufen mußten (100 Bund Luzerneheu für 55—65 M.); ja einige Baumwollbauer waren sogar gezwungen, ihr Vieh für den Winter zu verkaufen, um im Frühjahr erneut ein

[1] Siehe Knise: Die Baumwollwirtschaft in Rußland. Jb. Depart. Landw. 1908.
[2] Jedenfalls in der gegenwärtigen Lage.

Minimum an Arbeitsvieh einzukaufen; die Möglichkeit hierzu wurde durch die Vorschüsse gegeben, die im Frühjahr von den Baumwollankäufern reichlich in den Baumwollgebieten verteilt wurden.

Mit anderen Worten, es entstand keine ruhige beständige Arbeit des Landwirtes, sondern ein Hazardspiel, *„das Baumwollfieber"*, wobei der kleine Baumwollbauer infolge des Mangels an organisiertem Kredit und an Genossenschaften in wirtschaftliche Abhängigkeit von Privatkreditoren geriet, die an einer billigen Baumwolle interessiert waren. Alles das, was über die „Leinzerstörung" ausgeführt wurde, wiederholte sich auch bei der Baumwolle, aber in weit schärferem Maße, weil der Lein niemals sogar in Prozenten des Sommerungsschlages die Bodenfläche einnahm, welche die Baumwolle in Prozenten der gesamten Kulturfläche der genannten Gebiete Ferganas einnahm. Außerdem sahen die Flachsbauer auch viel früher ein, daß sich der Flachsbau nur dann regelmäßig entwickeln kann, wenn er Schritt für Schritt mit der Entwicklung des Futterpflanzenbaues und der Anwendung mineralischer Düngemittel geht. Dies konnte in analoger Weise auf den Baumwollbau angewendet werden. Die Interessen der Textilindustrie, die in dem Flachsbaugebiet (die Gouvernements Jaroslawl, Wladimir u. a.) entstand, aber auf der Baumwolle aufgebaut war, eine Industrie, die durch die Wirtschaftspolitik der früheren Zeiten stark unterstützt wurde, unterdrückten die landwirtschaftlichen Interessen Turkestans und brachten seine Bevölkerung zu der schweren Krisis von 1917.

Es ist wahr, warnende Stimmen wurden auch schon früher laut (und nicht nur aus Agrarkreisen[1]), aber die Sperrung der Grenzen durch den Krieg zwang dazu, den Druck, der aus Turkestan die Baumwolle herauspreßte, noch zu verstärken, so daß sich die Einwirkung des Krieges auf die Baumwolle zuerst in einer größeren Entwicklung dieser Kultur geltend machte, zum Unterschied vom Lein und Hanf, deren Flächen gleich zu Beginn des Krieges infolge der Unterbrechung des Austausches mit dem Westen geringer wurden.

Die Einberufung der Eingeborenen Turkestans zu Kriegszwangsarbeiten im Jahre 1916 rief eine Verminderung der Arbeitskräfte hervor. Im Jahre 1917 trat in Turkestan eine Getreidemißernte ein, und im selben Jahre setzte die Verringerung der Brotzufuhr ein, was in Turkestan eine Hungersnot hervorrief. „Infolge der Not, die erschreckenden Umfang annahm, starben ganze Eingeborenendörfer aus." Die Bevölkerung verlor den Glauben an die neue Brotzufuhr und begann anstatt Baumwolle Weizen zu bauen. Dazu gesellten sich noch die festen Preise und die Entwertung des Geldes, die den Bauern jeden Anreiz zur Baumwollkultur sogar in den Ausmaßen genommen haben, in welchen die Baumwolle bei Befriedigung der Ernährungs- und Futterbedürfnisse innerhalb des Gebietes hätte Verwendung finden können.

Die stark angespannte Saite riß. Die Größe der Abnahme der gesamten Baumwollfläche ist aus folgenden Zahlen für die ganze Baumwollfläche ersichtlich:

1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922
851000 ha	525000 ha	148000 ha	115000 ha	97000 ha	87000 ha	70000 ha

Die Menge an geernteter Baumwolle ist aber noch stärker zurückgegangen als die Anbaufläche, weil gleichzeitig auch die Ernteerträge gesunken sind. Insgesamt sank die Ernte an Rohprodukten in Turkestan folgendermaßen:

[1] So wurden auf der Beratung des Baumwollkomitees in Petersburg 1911 die Worte ausgesprochen: „daß es endlich Zeit wäre, Turkestan wenigstens etwas von der Baumwolle ausruhen zu lassen". Diese Worte wurden von einer Persönlichkeit ausgesprochen, die keiner Feindschaft gegen die Baumwolle (oder Voreingenommenheit für den Flachsbau) verdächtigt werden konnte, weil sie sich stark damit beschäftigt hatte, die Bevölkerung Transkaspiens mit der Baumwolle bekannt zu machen (A. N. Kuropatkin).

Jahre	Ernte in 1000 dz
1916	793
1917	369
1918	86
1919	73
1920	52[1]

Dabei wurden im Jahre 1920 vom Staat etwa 310000 dz aufgekauft, was 105000 dz reiner Faser oder 3% der Vorkriegsmenge an Baumwolle, die in unseren Fabriken verarbeitet wurde, entspricht.

Hierzu muß noch der eingetretene Rückgang der Faserqualität hinzugefügt werden, der dadurch hervorgerufen wurde, daß aus Mangel an gutem Saatgut der Anbau der asiatischen Sorte prozentual vergrößert wurde.

Um die Ursachen hierfür zu erklären, genügt es, folgendes nebeneinander aufzustellen: Früher waren die Baumwollpreise (Rohprodukt) 2—3mal so hoch wie die Weizenpreise, z. B. betrugen die entsprechenden Zahlen für das Jahr 1910 22 M. (Weizen) und 59 M. je Doppelzentner (Baumwolle); bei der Festlegung der Baumwollpreise im Jahre 1917 aber wurde die Baumwolle halb so hoch bewertet wie der Weizen[2]. Außerdem wurde ein Monopol eingeführt und die Baumwolle aus dem freien Verkehr herausgenommen. Aber der Entgelt, der für die Baumwolle bei deren Abnahme gezahlt wurde, entsprach nicht den Ausgaben des Baumwollbauers.

Das Monopolsystem und das System der festen Preise für Baumwolle machte diese Kultur wirtschaftlich unrentabel, und zwang die Bevölkerung dazu, die Baumwollfläche zu verringern, und dafür die Weizen- und Reisflächen zu vergrößern; und das nicht nur, um die Ernährungsbedürfnisse zu decken, sondern auch zum Warenaustausch. Außerdem wurde ein Verschwinden der Baumwolle nach dem freien Markt beobachtet, der durch die Handwebereien geschaffen wurde.

Erst mit Beginn der neuen Wirtschaftspolitik und der Abschaffung des Monopols begann die Baumwollwirtschaft sich wieder aufzurichten und in 9 Jahren nach Beginn der Krisis erreichte sie die Vorkriegsfläche.

1923	1924	1925	1926
214000 ha	530000 ha	658000 ha	709000 ha

Weil aber die Frage der Düngung bis heute ungeregelt geblieben ist, machte sich ein Sinken der Erträge bemerkbar. So betrug in den Jahren 1910—1915 die durchschnittliche Ergiebigkeit an reiner Faser 3,8 dz/ha; in den Jahren 1923/27 dagegen betrug sie 2,3 dz/ha, d. h. die Arbeit des Landwirtes wurde um 32% weniger produktiv als vor dem Kriege. Dabei kann man auch die früheren Erträge berieselter Felder nicht als genügend anerkennen. Wir können uns nicht damit rechtfertigen, daß unsere Vorkriegserträge höher waren als in Nordamerika. Abgesehen davon, daß dort diese Kultur ohne Berieselung betrieben wird, ist dieser Vergleich auch noch deshalb unrichtig, weil die Vereinigten Staaten im Vergleich mit uns ein sehr landreiches Land sind, wenn man die gesamte bebaute Fläche auf den Kopf der landwirtschaftlichen Bevölkerung berechnet; vor allem aber gibt es dort nicht durch klimatische Verhältnisse die natürliche Beschränkung der Fläche, die sich für die Baumwolle eignet, wie dies bei uns der Fall ist. Dort sind die Arbeitskräfte teuer, deswegen ist dort eine extensive Kultur der Baumwolle unter Heranziehung großer Flächen und mit einem minimalen Arbeitsaufwand je Flächeneinheit am Platze. Wir aber müssen bei der scharfen Begrenzung der berieselbaren Fläche, bei äußerster Landarmut, die mit der Überbevölkerung des mittelasiatischen Dorfes zusammenhängt, den umgekehrten Weg beschreiten, d. h. wir müssen einen intensiven Baumwollbau betreiben, und die Erträge durch Anwendung großer Düngemittelmengen

[1] Die Zahlen der letzten 3 Jahre sind nur annähernde. — Siehe Murawjew: Der Baumwollbau in Turkestan. Volkswirtsch. 1921, August-September.

[2] Siehe Kondraschew: „Dämmerung in der Baumwollwirtschaft" (Landw. Zeitschr. 1917).

heben. Weil dieselbe Begrenzung der Fläche es bei gleichzeitigem Kornmangel nicht erlaubt, die Luzerneflächen zu vergrößern und die Wirtschaft auf der Basis der Stallmistdüngung aufzubauen, so *erscheint heutzutage eine verstärkte Anwendung der mineralischen Düngemittel als einziges Mittel zur Hebung der Baumwollernten* (kombiniert mit Stoppelanbau der Leguminosen zur Gründüngung, je nachdem wie es die Lage der Futterfrage erlaubt).

Mit Hilfe der mineralischen Düngemittel kann man heute noch bei der gegebenen Baumwollfläche diejenige Baumwollmenge erzeugen, die heute unseren Fabriken fehlt, und die wir im Auslande kaufen müssen. Und solange unsere chemische Industrie keine genügende Menge hochprozentiger Düngemittel liefert, haben wir vollen Grund, diese Mittel aus dem Auslande zu kaufen: Dies wird viel billiger sein, als die Baumwolle selbst zu kaufen.

Es fehlen uns heute rund 1 Mill. dz Faser, die 3,6 Mill. dz Rohmaterial entsprechen. Um diese Mengen zu erhalten, muß man etwa 2 Mill. dz Ammoniaksalze und 1 Mill. dz Doppel-Superphosphat anwenden. Diese Düngemittel kosten mit Transportkosten 80 Mill. M., während wir zum Einkauf der Baumwolle im Auslande 175—200 Mill. M. ausgeben.

Wenn man die mineralische Düngung auch beim Getreide anwendet (was bei den augenblicklichen Preisen in Mittelasien wirtschaftlich vorteilhaft ist), so kann man, nachdem man die Getreideerträge gehoben hat, ihre Fläche reduzieren.

Heute fehlen in Asien etwa 3,2 Mill. dz Weizen. Diese Menge kann man leicht an Ort und Stelle erzeugen, indem man 44 Mill. M. für den Einkauf von Kunstdüngemitteln im Auslande und für ihren Transport nach dem Baumwollgebiet ausgibt. Schreitet man in der Anwendung der künstlichen Düngemittel weiter, so kann man die Getreidefläche verringern, bevor die Eisenbahnlinie Turkestan—Sibirien fertiggestellt sein wird.

Dann kann man mehr Flächen für den Anbau der Baumwolle und ebenfalls für den Anbau der Luzerne als Futterquelle für das Vieh und als Stallmistquelle für die Baumwolle frei machen. Ferner kann man durch die Verschiebung der Reisflächen nach Norden (in das Gebiet, wo die Baumwolle ungenügend ausreift) einen Teil der Fläche und noch einen größeren Teil an Wasser für die Berieselung der Baumwolle gewinnen.

Durch diese Maßnahme kann man die Produktion der Baumwolle bei dem heutigen Zustand des Berieselungsnetzes stark erhöhen, unsere Textilindustrie mit dem notwendigen Rohmaterial vollauf sicherstellen, um bei späterem Anwachsen dieser Industrie immer noch die Möglichkeit zu behalten, durch neue Bewässerungsanlagen die Baumwollfläche noch mehr zu vergrößern.

Die unberieselten Flächen nehmen in Turkestan ganze 97 % der Gesamtfläche ein, jedoch rechnet man nach der vorhandenen Wassermenge, daß die Berieselungsfläche im besten Falle verdoppelt, d. h. auf 5—6 % vermehrt werden kann, was allerdings riesenhafte Bauten verlangt.

Die Entwicklung der Handelsbeziehungen mit Persien und Afghanistan muß ebenfalls eine ergänzende Menge an Baumwolle liefern, und dieser Weg muß jetzt ausgenutzt werden, weil sonst diese Baumwolle ihren Weg anstatt nach Norden, nach Süden einschlägt.

2. Die Baumwollarten; Verhalten zu Klima und Boden; die für Turkestan wichtigen Sorten.

Die *Baumwolle* gehört zu den Gossypiumarten aus der Familie der Malvaceae. Sie entwickelt sich in Form eines *Strauches*, der krautartig oder verholzt, ein -oder mehrjährig ist, je nach der Art und nach den Wachstumsverhältnissen. Die mehrjährigen Formen kommen als solche nur in den tropischen Ländern vor; weiter nach Norden hin werden sie durch einjährige Formen er-

setzt, deren Entwicklung nicht von dem Minimum der Wintertemperaturen abhängt. Je nach Verhältnissen schwankt die Höhe der Pflanze zwischen 70 cm und 2 m. Die Blätter der Baumwolle sind gelappt, 3- oder 5lappig; es gibt aber auch fast ganz ungeteilte. Dies hängt u. a. auch vom Alter der Pflanze ab — bei jungen Pflanzen sind die Blätter weniger gelappt als bei älteren. Außerdem hängt der Grad der Lappung der Blätter auch noch in hohem Maße von der Sorte ab. Die Blüten vom Fünfertypus tragen außer einem fünfzipflichen Kelch auch noch einen 3lappigen Außenkelch. Die Blütenblätter sind gelb, an ihrem Ansatz mit roten Flecken versehen. Die Frucht ist eine *Kapsel* mit mehreren Abteilungen, in denen sich die Samen befinden, die von *einzelligen Härchen* (Hauptziel des Anbaues) bedeckt werden, die (je nach der Art) mehr oder weniger lang sind. Bei vielen Arten sind die Samen auch noch von einem kurzen Flaum bedeckt, der auch nach der Abtrennung der Faser übrigbleibt. Der Samen besteht aus dem Keimling und aus zwei Samenlappen, die bei der Keimung an die Oberfläche treten.

Über die *Artenzahl* von Gossypium haben sich die Gelehrten noch nicht geeinigt. Die einen zählen bis zu 29 selbständige Arten (Watt), die anderen, welche die Mehrzahl der letzteren für Varietäten oder Sorten ansehen, sprechen nur von einer geringen Zahl Baumwollarten[1].

Am klarsten werden die Formen der Baumwolle nach *Saizew* in zwei große Gruppen eingeteilt, und zwar: 1. in die *Formen der Alten Welt* mit der Chromosomenzahl 13 (26) und 2. in die *Formen der Neuen Welt* mit der Chromosomenzahl 26 (52). Innerhalb jeder Gruppe kommen Formen vor mit nackten Samen (wenn man die Samenhaare entfernt) und mit behaarten Samen (die mit Unterhärchen bedeckt sind), mit verschieden geformtem Blatt, verschiedenem Charakter der Verzweigung und anderen Unterschieden. Ohne hier auf Einzelheiten einzugehen[2], wollen wir in jeder der beiden großen Gruppen das Vorhandensein zweier paralleler Untergruppen feststellen, und zwar: der mittelamerikanischen — afrikanischen einerseits und der südamerikanischen — indochinesischen Gruppe andererseits.

	Formen der Neuen Welt	Formen der Alten Welt
A. Die Oberfläche der Kapsel ist glatt	1. Mittelamerikanische Gruppe	2. Afrikanische Gruppe
	G. hirsutum ebenfalls mexicanum, punctatum, fruticosum u. a. m.	G. herbaceum, transvaalense, zum Teil obtusifolium u. a.
B. Die Oberfläche der Kapsel ist gerunzelt	1. Südamerikanische Gruppe	2. Indochinesische Gruppe
	G. barbadense (ebenfalls peruvianum, brasilicum, vitifolium u. a.).	G. arboreum (ebenfalls Nanking, teilweise obtusifolium u. a.).

„Die genannten vier Baumwollgruppen zeigen volle Parallelität fast in allen Merkmalen von qualitativer und quantitativer Bedeutung, indem sie eine sehr gute Illustration zum Gesetz der Homologenreihen von Vavilow bilden[3]." Und zwar die südamerikanische Gruppe wiederholt sozusagen die indochinesische, und die mittelamerikanische Gruppe wiederholt die afrikanische.

[1] Siehe Sleskin: Die Kultur der amerikanischen Baumwolle. — In der Monographie von Aliotta: Riv. critica del genere Gossypium. Portici 1903, werden folgende Arten unterschieden: Gossypium barbadense, religiosum, arboreum, herbaceum und hirsutum.

[2] Siehe G. S. Saizew: Zur Einteilung der Art Gossypium. Arb. angew. Bot. 18 (1928).

[3] Siehe Saizew.

Die *größte Rolle in der Kultur fällt heute den amerikanischen Formen zu*, vor allem Gossypium hirsutum und teilweise Gossypium barbadense; aus der Alten Welt ist Gossypium herbaceum noch nicht ganz durch die amerikanische Baumwolle verdrängt worden.

Gossypium hirsutum (Gebirgsbaumwolle, Upland) wird bei uns oft als „amerikanische Baumwolle" im Gegensatz zu der Baumwolle der Eingeborenen (der mittelasiatischen Baumwolle) bezeichnet. Als Gebirgs- oder kontinentale Baumwolle wird sie im Gegensatz zu Gossypium barbadense als eine kleinere, aber auch anspruchslosere Pflanze an das Klima, die zudem eine kürzere Vegetationsperiode besitzt und Dürre besser verträgt, genannt. Der Name „hirsutum" rührt daher, daß Stengel und Zweige dieser Form mit langen Härchen bedeckt sind. Die Kapsel ist groß, 4—5fächrig, und öffnet sich gut; die Faser ist kürzer als bei Gossypium barbadense, gewöhnlich etwa 2,5 cm lang; die Samen sind mit „Unterhärchen" bedeckt.

Gossypium barbadense ist südamerikanischer Herkunft; sie gehört zu der Formengruppe der Küsten- oder Inselformen (Sea-Island). Sie besitzt eine längere Faser, stellt aber an das Klima höhere Ansprüche, besonders an die Länge der Vegetationszeit. Deswegen wird sie näher zum Äquator hin angebaut, auf dem Festland und auf den Inseln in Amerika. In der Alten Welt haben sich für diese Baumwolle passende Verhältnisse in Ägypten gefunden, wo sie starke Verbreitung gefunden hat.

Zum Unterschied von Upland sind die vegetativen Organe dieser Baumwolle nicht mit Härchen bedeckt, die Blüten sind größer; die Kapsel ist 3fächrig, sie öffnet sich gut; die Faser ist 4 cm lang, die Samen sind nackt oder leicht behaart.

Gossypium herbaceum, die bei uns als Land-Baumwolle bezeichnet wird, weil sie von den Eingeborenen in Mittelasien vor dem Eindringen der Russen angebaut wurde, gehört an sich zur afrikanischen Gruppe und nicht zur indochinesischen (Saizew). Ihre Kultur hat sich vor allem in Persien und nur teilweise in den mittelasiatischen Republiken erhalten. Die hierhergehörenden Formen sind weniger entwickelt und besitzen nicht so große Blüten und Kapseln; die Faser ist nicht so lang wie bei der amerikanischen Baumwolle (Upland). Bei der Reife platzen die Kapseln nur, aber öffnen sich nicht, so daß die Ernte in ganzen Kapseln erfolgt, von denen die Faser erst später entfernt wird, wobei sie sehr leicht durch Bruchstücke der Kapseln verunreinigt wird. Mit diesem Mangel ist andererseits aber die Bequemlichkeit verbunden, daß die reife Faser in der Kapsel festsitzt, und man ohne Gefahr eines Verlustes die Ernte auf einmal durchführen kann, während man die Upland-Baumwolle abschnittweise, je nach der Reife, ernten muß. Diese Eigentümlichkeit macht es der Baumwolle der Eingeborenen zusammen mit der ungünstigen Witterung während der Ernte möglich, ihre Stellung in Persien länger zu halten, ohne von der amerikanischen Baumwolle verdrängt zu werden, wie dies in Turkestan der Fall war[1].

Nach den Gebieten, aus denen die asiatischen Sorten stammen, teilweise aber auch nach der Faserqualität (Länge und Dünne), die sich unter der Einwirkung der verschiedenen Verhältnisse dieser Gebiete verändert, werden folgende Sorten unterschieden: Fergana-, Taschkent-, Buchara- und Chiwa-Baumwolle. Außerdem kennt man hier Sorten mit gefärbter Faser, wie z. B. die *Malla-Gusa*, die eine gelbe Faser liefert. Diese Sorte besitzt aber keine industrielle Bedeutung. Nach der Sitte der Asiaten wird diese „von Gott gefärbte" Faser nicht verkauft, sondern nur zur Herstellung heiliger Gewänder oder Sawannen verschenkt[2]. Sie ist aber insofern interessant, weil sie in deutlichster Form die Fähigkeit

[1] Näheres siehe bei Schreder: Das Klima der Baumwollgebiete in Mittelasien. Baumwollind. 1924.

[2] Siehe Wilkins: Die Kultur der Baumwolle in Turkestan. Taschkent 1889.

der Baumwolle zeigt, gefärbte Fasern zu erzeugen, die bei einigen Sorten gefunden und sogar geschätzt werden, bei Sorten, die industrielle Bedeutung besitzen, so die Elfenbeinfarbe der ägyptischen Baumwolle, die in den Geweben bleibt (das sog. „Mako"). Indessen verlieren die asiatischen Sorten der Alten Welt allmählich immer mehr an Bedeutung, weil sie von den ertragsfähigeren amerikanischen Sorten zurückgedrängt werden[1].

Wir haben die Hauptformen der Baumwolle nur in den allgemeinsten Zügen beschrieben. In Wirklichkeit aber entsteht teilweise infolge des Wachstums unter verschiedenen Verhältnissen und infolge einer natürlichen Auslese, teilweise aber infolge einer bewußten Züchtung (vor allem durch Kreuzung) eine Annäherung zwischen den extremsten Vertretern einiger Gruppen. Deswegen ist die Sortenfrage sehr kompliziert und die Sortenauswahl eng mit den örtlichen Verhältnissen, vor allem mit den Klima- und Bodenverhältnissen, teilweise aber auch mit technischen Aufgaben verknüpft; z. B. ist für bestimmte Gespinstnummern eine besonders lange Faser erforderlich; vor allem werden bei der Herstellung von Zwirnsfäden an die Faser hohe Ansprüche gestellt. Die Lösung der Frage über die Rentabilität der Baumwollkultur im allgemeinen und über die Sortenwahl im besonderen hängt von einem sehr komplizierten Ursachenkomplex ab. Deswegen ist es selbst hier in unserer sehr allgemeinen Betrachtung leichter, zur Frage der Sorten, die für Turkestan von Wichtigkeit sind, erst nach einigen ergänzenden Betrachtungen sowohl der Pflanze selbst als auch der Eigentümlichkeiten des örtlichen Klimas zurückzukehren.

Das Hauptprodukt der Baumwolle, *die Faser*, wird von verschiedenem Wert gewonnen, je nach ihrer Länge und Dünne. Je länger und dünner die Faser ist, um so besser ist sie auch, und umgekehrt. Die Faserqualität hängt ihrerseits außer von der Art und der Sorte auch von der Erntezeit ab, mit anderen Worten von dem Stadium, in dem sie gesammelt worden ist. Die reife Faser ist dickwändig, zieht sich nicht zusammen, mit einer deutlichen inneren Höhlung; sie ist fester, während die unausgereifte Faser dünnwandig, zusammengedrückt, wenig fest[2] ist und sich schlecht färben läßt.

In der Technik wird eine solche Faser, die sich nicht färben läßt, „tot" genannt; in Wirklichkeit aber hatte eine solche Faser noch nicht genügend die Verbindung mit dem lebenden Protoplasma zur Zeit der Ernte verloren.

Es ist auch wichtig, auf die Drehung der Faser zu achten, weil die erforderliche Krümmungszahl auf eine Längeneinheit die Herstellung eines festeren Gespinstes sichert; hier haben wir es mit Fasern zu tun, die sehr viel kürzer sind als die Bastbündel beim Lein[3]; wären die Fasern nicht so zusammengedreht, so würden sie nicht einen solchen festen Faden liefern. Gerade bei den asiatischen Sorten ist die Faser nicht nur kürzer sondern auch die Krümmung geringer als bei den amerikanischen.

Im Wert nach als Nebenprodukt erscheinen die *Baumwollsamen*, obgleich sie das Fasergewicht 2—3mal übertreffen[4]. Nach dem Nährstoffgehalt (20 bis 23 % Fett, 20 % Eiweiß und ebensoviel Kohlehydrate) stellen sie einen bedeutenden Futterwert dar. Aber gewöhnlich wird aus den Samen Öl gewonnen, das teilweise als Nahrungsmittel, teilweise zur technischen Verwendung Bedeutung besitzt, wobei besonders das aus geschälten Samen hergestellte Öl 40—43 % Ei-

[1] Über die vergleichenden Sortenversuche siehe in den Berichten der Turkestaner Versuchsstation (R. R. Schreder) und in den Berichten von Buschujew und Saizew u. a. leitender Persönlichkeiten der Versuchsinstitute in Mittelasien.

[2] Über die Veränderung der Fasereigenschaften mit dem Alter siehe die Arbeit von Saizew und Gastewa: Baumwollwirtschaft 1925.

[3] Aber die Elementarfasern (Zellen), die diese Bündel bilden, haben ungefähr dieselbe Länge wie die Baumwollfaser.

[4] Siehe Hoffmeister: Die Ausnutzung der Baumwollsamen in Mittelasien.

weiß enthält. Manchmal jedoch muß man die Samen zur Düngung verwenden; z. B. die nicht ausgereiften Samen, wenn die Baumwolle infolge eintretender Fröste früh geerntet wird, oder die während der Lagerung schlecht gewordenen Samen. Aber es ist richtiger, unreife Samen nicht zur Düngung sondern als Futter zu verwenden, ebenso wie den Kuchen, der bei uns oft (notgedrungen) zur Düngung verwendet wird (s. weiter unten)[1].

An das *Klima* stellt die Baumwolle große Ansprüche. Das Gebiet der Baumwolle in Amerika wird sowohl im Norden als auch im Süden durch den 38. Breitengrad begrenzt, aber in Mittelasien geht die Baumwolle weiter nach Norden, indem sie sich hauptsächlich im Ferganagebiet verbreitet, in Buchara, in der transkaspischen Gegend, ferner bei Taschkent (41. Grad n. Br.) und zum Teil sogar noch nördlicher, wie in der Umgegend von Städten, Turkestan und Tschimkent, die zwischen dem 42. und 43. Grad n. Br. liegen. Dies hängt teilweise davon ab, daß außer der Breite des Ortes das Klima auch noch von der Lage der Gebirgsketten, von der Höhe über dem Meeresspiegel abhängt. Teilweise spielen hier auch wirtschaftliche Ursachen eine Rolle, welche Länder mit beschränkten Anbauflächen, die zur Baumwolle geeignet sind, dazu zwingen, diese Kultur weiter nach Norden vorzuschieben, indem sie die Höhe der Erträge opfern und sich auf eine Auswahl der anspruchslosesten Sorten beschränken. Nach amerikanischen Quellen schreibt man nicht selten, daß die Baumwolle zu einer vollen Erntehöhe 8 frostfreie Monate verlangt, und daß sie während $3^1/_2$—4 Monaten, die von der sehr in die Länge gezogenen Blüte und Ausreifeperiode gebraucht werden, hohe Ansprüche *an Wärme und Licht* stellt. Die Amerikaner sagen, „die Baumwolle ist das Kind der Sonne". In Wirklichkeit wird aber die Baumwolle bei uns auch in Gegenden mit sieben und noch weniger frostfreien Monaten angebaut[2], dann aber natürlich bei einer gewissen Einschränkung in der Sortenauswahl. Es ist aber nicht nur die frostfreie Periode wichtig, sonst könnte ja die Baumwolle auch beinahe in England angebaut werden, sondern auch eine gewisse Wärmesumme während dieser Periode. Hinsichtlich der Wärmesumme steht unser mittelasiatisches Baumwollgebiet in seinen südlichen Teilen nicht hinter den Vereinigten Staaten Nordamerikas zurück, wie aus folgendem Vergleich der Summen der mittleren Tages- (24 Stunden-) Temperaturen während der Zeit von Mitte April bis Mitte Oktober ersichtlich ist[3]:

Nordamerika, die südlichen Staaten	4736° C
„ nördliches Baumwollgebiet	4343° C
Buchara: Kerki (37° 50′ n. Br.)	4736° C
„ Termes (37° 12′ n. Br.)	4839° C
„ Amu-Darja (39° 05′)	4436° C
Transkaspien: Serachs (36° 32′)	4514° C
„ Aschabad (37° 57′)	4656° C
„ Beiram-Ali (37° 40′)	4523° C
Fergana: Margelan (40° 24′)	3949° C
„ Andishan (40° 44′)	3962° C
„ Namangan (40° 07′)	4180° C
Samarkand: Dschisak (40° 07′)	4322° C
„ Hungersteppe (40° 45′)	4368° C

[1] Es wurde schließlich darauf hingewiesen, daß die Bastfasern der Baumwolle ein Produkt liefern können, das Beachtung verdient; es wurde empfohlen, dieses Produkt in den Fällen zu nutzen, wenn schnell eintretende Herbstfröste den Pflanzen nicht mehr erlauben, Früchte zu bilden; aber nirgends hat diese Methode praktische Bedeutung erlangt.

[2] Für Taschkent beträgt die frostfreie Zeit im Durchschnitt 205 Tage (bei Schwankungen von 164—251 Tagen) und für die Stadt Turkestan dagegen (wo die Baumwolle noch angebaut wird) nur 188 Tage (bei Schwankungen von 164—212 Tagen).

[3] Siehe Ponjatowsky: Ein Versuch der Erforschung der Baumwollwirtschaft in Turkestan, S. 101 (1913).

Syr-Darja:	Taschkent (41° 21′)	3979° C
,,	Turkestan (43° 18′)	4204° C
Transkaukasien:	Karajasy (41° 27′)	3822° C
,,	Kjurdamir (40° 22′)	4174° C
,,	Baku (40° 02′)	3887° C

So wie die frostlose Periode, für sich betrachtet, noch nicht alles entscheidet, so erscheinen auch die Temperatursummen an sich, ohne andere Faktoren, ebenfalls zur genauen Beurteilung der Wachstumsverhältnisse der Baumwolle ungenügend. Während auf diese Weise die Temperatursumme für die Stadt Turkestan (43° n. Br.) bei der angegebenen Berechnungsmethode nicht als niedrig zu bezeichnen ist (offenbar infolge der großen Hitze in der Mitte des Sommers), erscheint die Baumwollkultur nicht nur hier, sondern auch in der Umgebung von Taschkent (41° 20′) infolge eines ungenügend warmen Frühjahrs und infolge früher Frostperioden im Herbst nicht völlig sicher. Wenn man infolgedessen auch in Mittelasien den 43. Grad als die nördliche Grenze des Baumwollbaues zu betrachten pflegt, so war dies früher als Folge des Einfuhrzolles auf die amerikanische Baumwolle zu betrachten, weil die hohen Preise (ceteris paribus) ebenfalls ein Faktor der Fortbewegung des Baumwollbaues nach dem Norden hin sind, und weil sie den Verlust eines Teiles der Ernte (der am spätesten reif werdenden Früchte) ausgleichen können. Ebenso wirkt das System der Vorschüsse auf die zukünftige Baumwolle.

Wenn unser Baumwollgebiet in der Höhe der Niederschläge hinter Amerika zurücksteht und in der Summe der Jahrestemperaturen hinter Ägypten, so ist die Wolkenlosigkeit während mindestens 7 Monaten (April—November) in Mittelasien höher; und zwar ist die *Sonnenscheindauer* in Stunden folgende:

	in 7 Monaten	in 1 Jahr
Ägypten (Abassia)	2094	3096
USA. (Augusta)	2078	2926
Mittelasien (Bairam-Ali) . . .	2126	2892[1]

In letzterer Zeit wurden bei uns nicht wenig Versuche angestellt, um neue Gebiete für die Baumwollwirtschaft zu erschließen, wie z. B. Dagestan, Astrachan, sogar Kuban, Krim und den Unterlauf des Dnjepr. Am erfolgreichsten sind diese Versuche in Astrachan verlaufen (Krasny-Jar); danach ist das Gebiet Grosny — Chasawjurt — Kisljar und ebenfalls Taman von Interesse. Indessen ist in diesen Gegenden nur der Anbau der frühreifsten Baumwollsorten möglich[2], und dies auch nur insofern, als diese Sorten keine Konkurrenz in der Rentabilität durch die bodenständigen Kulturen finden (z. B. ist im Astrachangebiet der Anbau von Wassermelonen vorteilhafter.

An die *Feuchtigkeit* stellt die Baumwolle keine so hohen Ansprüche, weil die Pfahlwurzel, die in bedeutende Tiefe eindringt, Feuchtigkeit aus den untersten Bodenschichten aufnehmen kann. So wurde bei der Auswaschung der Wurzeln auf dem Versuchsfelde in Andishan festgestellt, daß das Wurzelsystem der jungen Pflanzen die Länge der oberirdischen Pflanzenteile um das 3fache übertraf. Für erwachsene Pflanzen konnten auf einem berieselten und durchlässigen Boden Wurzeln in einer Tiefe von 2 m verfolgt werden. Bei Wassermangel im Untergrund aber, bei festem Untergrund, kann die Hauptwurzel oft nicht tiefer als auf 70—110 cm eindringen; sie macht Biegungen. In diesem Fall wird eine stärkere Entwicklung der Seitenwurzeln beobachtet, die nicht so tief liegen.

[1] Näheres siehe bei Schröder: Das Klima der Baumwollgebiete Mittelasiens. Baumwollwirtschaft **1924**.

[2] Siehe Saizew: Über die neuen Baumwollgebiete. Baumwollwirtschaft **1928**.

Neben der Feuchtigkeit wirken auf den Charakter der Entwicklung des Wurzelsystems Temperatur, Durchlüftung und ebenfalls die Art der Düngung ein[1].

Zuviel Regen schadet der Baumwolle, aber hier summiert sich die Wirkung der Bodenfeuchtigkeit mit der schädlichen Wirkung des bewölkten Himmels und der Luftfeuchtigkeit. Auf künstliche Berieselung, welche die Intensität des Lichtes nicht herabsetzt, reagiert die Baumwolle gut, wenn sie nicht zu spät ausgeführt wird und nicht überflüssig ist.

In Übereinstimmung mit diesen Ausführungen kann die Baumwolle ohne Berieselung in Gegenden angebaut werden, in denen die Niederschlagsmenge nicht unter 500 mm liegt, was für die Temperaturverhältnisse des Baumwollgebietes bedeutende Trockenheit bedeutet. So wird z. B. in Texas, wo die Niederschlagsmenge von Osten nach Westen abnimmt (die Linien gleicher Feuchtigkeit verlaufen ungefähr nach den Meridianen), das für die Baumwolle günstigste Gebiet mit 750—1000 mm Niederschläge jährlich angenommen. Weiter nach Westen, in der Zone von 750—500 mm, nimmt der Baumwollbau allmählich ab, und in der Zone mit Niederschlägen von 250—500 mm ist er bereits unmöglich. Andererseits ist die Baumwollwirtschaft im östlichen Teil von Texas durch das Übermaß an Niederschlägen (1000—1250 mm) eingeschränkt; die Niederschläge sind nicht nur dadurch schädlich, daß sie die Licht- und Wärmemengen verringern (Wolken), sondern auch dadurch, daß sie die Entwicklung der Baumwollkrankheiten begünstigen.

Turkestan liegt ganz in der trockenen Zone, wo die Baumwollkultur nur mit *künstlicher Berieselung* möglich ist, durch welche die Pflanzen mit Feuchtigkeit versehen werden, ohne daß die Zahl der Sonnenstunden verringert wird. Die Baumwolle reagiert auf diese Feuchtigkeit viel besser als auf die gleiche Feuchtigkeitsmenge in Form von Regen, wenn man natürlich nicht die Norm der sowohl der Zeit wie auch der Menge nach nützlichen Anwendung überschreitet.

Bei der Auswahl des *Standortes* für die Baumwolle muß man, soweit es möglich ist, die Eigentümlichkeiten dieser Pflanze berücksichtigen. So leidet die Baumwolle in der Nähe hoher Bäume unter Beschattung. Andererseits kann die Baumwolle auf zu freien Stellen unter scharfen Winden leiden (Turkestan). Außerdem können die Winde während der Ernte die Faser verwehen und dadurch die Baumwollernte herabsetzen. Deswegen muß man, wenn die Notwendigkeit einer hohen lebenden Schutzwand gegen Winde gegeben ist, die Baumwolle in einer gewissen Entfernung von Bäumen anpflanzen, und die an die Bäume grenzenden Streifen mit irgendeiner, für Licht weniger anspruchsvollen Pflanze besetzen. Aus demselben Grunde sind die Nordabhänge zum Baumwollanbau wenig geeignet, sogar wenn die Rede nicht von ihren äußersten Anbaugrenzen ist.

Indem wir jetzt zur näheren Betrachtung der Frage der *Baumwollsorten*, die in der Baumwollwirtschaft Turkestans in Frage kommen, zurückkehren, müssen wir, indem wir uns am meisten nach dem Klima richten, von der Tatsache ausgehen, daß die asiatischen Sorten (Gossypium herbaceum) vernachlässigt worden sind infolge ihrer kurzen, groben und wenig gekrümmten Faser, trotz ihrer geringen Ansprüche. *Die wichtigste Rolle spielen die Sorten der Uplandbaumwolle, dabei doch vor allem die relativ kurzfaserigeren Sorten.*

Bereits die amerikanischen Erfahrungen zeigen uns, daß für eine größere Verbreitung vorläufig nur die kurzfaserigen Formen geeignet sind; danach folgt die langfaserige Upland; am beschränktesten ist die Kultur von Gossypium

[1] Siehe Mauer: Zur Erforschung des Wurzelsystems der Baumwolle. Baumwollwirtschaft 1925.

barbadense (Sea-Island), weil sie am anspruchsvollsten ist. Es sei hier der Anteil dieser 3 Formen an der Produktion in den Vereinigten Staaten angegeben. Von den 25 Mill. dz Baumwolle, die dort alljährlich erzeugt werden, entfallen auf die Sea-Island nur etwa 180000 dz, etwa 620000 dz auf die langfaserige Upland und der ganze Rest auf die kurzfaserigen Sorten der Upland[1]. Es ist klar, daß wir unsere Baumwollkultur weiter nach Norden vorschieben müssen als Amerika und ebenfalls mit einem Massenanbau der kurzfaserigen Uplandsorten in der Regel rechnen müssen; dabei müssen dies die frühreifsten Sorten sein. Die übrigen Sorten können als Ausnahme in den auserwählten südlicheren Teilen des Baumwollgebietes angebaut werden. Aber auch innerhalb der Grenzen der kurzfaserigen Uplandsorten gibt es Unterschiede; eine willkürliche und unwillkürliche Auslese brachte eine große Zahl von Übergangsvarietäten, so daß, wenn sich die frühreifsten Uplandsorten in ihrer Faserlänge auch nicht mehr stark von den asiatischen Sorten unterscheiden, man andererseits eine Reihe von Übergängen sowohl zu einer längeren Faser als auch zu einer längeren Vegetationsperiode besitzt.

In Turkestan hat man vor dem Kriege und vor Beginn der eigentlichen Züchtung eine Reihe von Sorten der frühreifen Upland, die sich bereits unter dem Einfluß der natürlichen Auslese akklimatisiert hatten, feststellen können. So wurde z. B. von einer Taschkenter Upland und anderen mit örtlichen Namen versehenen Sorten gesprochen: *Kara-Tschigit* (nackte schwarze Samen), *Malla-Tschigit* (Samen mit gelblichem Flaum), *Kok-Tschigit* (Samen mit grünlichem Flaum), *Ak-Tschigit* (mit weißem Flaum) — diese alle gehören zur Gruppe der kurzfaserigen Uplandsorten. Zu derselben Gruppe gehören auch die späterhin aus Amerika gekommenen frühreifen und ertragreichen Sorten, die in Turkestan sofort Erfolg hatten wie die Gruppe *King* (Original-King, Hungersteppen-King, Karajas-King, Early-King, Simkins-King usw.) und *Tries* (Vegetationszeit 122 bis 130 Tage). Nahe dabei stehen *Triumph, Russel, Awnsball,* die bereits eine etwas längere Faser (25—27 mm) und eine Vegetationsperiode von 145—150 Tagen besitzen; ferner *Cook, Hawkins* u. a. m. (150—169 Tage nach Buschujew).

Sämtliche Mitteilungen von Buschujew beziehen sich auf die Verhältnisse der Hungersteppe, diejenigen von Schröder auf die Verhältnisse von Taschkent.

„Nach den morphologischen Eigentümlichkeiten sind die Unterschiede bei den verschiedenen Gruppen folgende. Der Stengel der *ägyptischen Baumwolle* ist nackt, 109—152 cm hoch, besonders hoch ist die Sorte Jannowitsch. Sämtliche ägyptischen Sorten sind stark verzweigt (18—24 Zweige), sie besitzen lange Zweige, die Internodien sind einander genähert (2—4, seltener 5 cm lang). Der Winkel, den die Zweige mit dem Stengel bilden, ist nicht groß, 50—75°, und dieser Umstand zusammen mit der dichten Belaubung und der bedeutenden Größe der 5lappigen Blätter (14—16 cm lang und 13 cm breit) stören eine gute Beleuchtung der Sträucher. Die Blüte ist groß (etwa 5 cm), die Blütenblätter sind elfenbeinfarbig, an ihrem Ansatz tragen sie innerhalb der Blüte rote Flecken. Die Griffel sind etwa 8—10mal so lang als die Staubfäden (3 cm). Die Staubbeutel sind intensiv gelb. Die äußeren Nektarien sind nicht bei allen Sorten vorhanden (ziemlich stark bei den Sorten Sakillaridis und Jannowitsch). Die Kapseln sind nicht groß, 3fächrig und verlängert (3,8 cm lang, 2,6 cm breit). Das Rohprodukt einer Kapsel wiegt 2,5—3,4 g. Die Samen sind nackt, schwarz, das 1000 g Korn-Gewicht beträgt 120 g.

Bei der Mehrzahl der *amerikanischen Sorten* der Art hirsutum ist der Stengel von Härchen bedeckt, am schwächsten ist die Behaarung bei Southern Hope, Excelsior, Bl. Ribbon. Sie sind sämtlich gleichmäßig rosa gefärbt. Die Stengellänge variiert stark: von 87 cm bei King bis zu 157 cm bei Floradora. Die Zahl der Zweige beträgt bei den frühreifen etwa 17—25, bei den spätreifen Sorten (Allen-Long, Floradora) nicht weniger als 24—25. Die Länge der Internodien schwankt bei der Mehrzahl der Upland-Sorten zwischen 5 und 9 cm unten an der Wurzel, 6—7 cm in der Mitte und 3—4 cm oben, bei den spätreifen dagegen etwa von 2,7—6 cm. Der Winkel der Zweige mit dem Stengel nähert sich bei der Mehrzahl dem rechten Winkel (75—90°); die Sträucher des Upland sind offener als die ägyptischen Sorten, obgleich auch

[1] Vergleiche die Angaben von Schröder: Vers. d. Baumwollindustriellen 1912, 2, 298

die spätreifen Sorten (Allen-Long, Floradora) auch einen Winkel von nicht mehr als 45—65° zeigen. Die Blätter sind ihrer Länge und Breite nach verschieden, von 18 cm bei Allen-Long bis 8—10 cm bei King und Malla-Tschigit. Die Blattform variiert von 5—3 Lappen. Die Blüte ist etwa 4 cm lang, die Blütenblätter besitzen eine weißliche Farbe, ohne Flecken am Ansatz (bei King, Simkins, Allen-Long, Early-King sind rosa Flecke vorhanden, aber nicht bei allen Sträuchern). Der Griffel ist etwa 2,3 cm lang, die Staubfäden etwa 0,6 cm. Die Nektarien sind bei der Mehrzahl der Uplandsorten gut entwickelt, sowohl die äußeren als auch die inneren, wobei die Blüten wegen des Nektars nach einigem Welken von Bienen aufgesucht werden, wenn die Blüten bereits intensiv rosa gefärbt sind. Die 4—5fächrigen Kapseln variieren der Größe nach: von 3,3 cm bei King, 3,5 bei Kara-Tschigit bis 5 cm bei Triumph und 4,6 bei Tries. Die Breite variiert von 2,8 bei Kara-Tschigit bis zu 3,4 cm bei Triumph, Awnsball und Cook. Das Gewicht des Rohproduktes in einer Kapsel schwankt bei den frühreifen Uplandsorten: für die unteren Kapseln um 5,6, für die mittleren und für die oberen um 5,4 g. Bei den spätreifen Sorten wiegen die unteren 5,0, die mittleren 6,3 und die oberen 5,8 g. Das geringste Gewicht an Rohprodukt in einer Kapsel ist bei Kara-Tschigit und Hawkins mit 3,4—4,0 g zu finden; das größte dagegen bei Triumph mit 6,1—7,0 g; bei Awnsball 6—8,0 g, bei Cook 9,0 g. Das 1000-Korn-Gewicht der Uplandsorten ist bedeutend geringer als das der ägyptischen Sorten. Im allgemeinen wiegen die untersten Kapseln unten 119,0, in der Mitte 109,0 und oben 104,0 g.

Die *asiatischen Baumwollsorten* besitzen eine Stengelhöhe von etwa 110 cm, sie sind mit Härchen bedeckt. Die Zahl der Zweige beträgt 21, sie bilden mit dem Stengel einen Winkel von 75—80°. Die unteren Internodien sind 10—17 cm lang, die oberen 3—4 cm. Die Blätter sind 5lappig, abgerundet, nicht groß, etwa 10 cm lang und 6 cm breit. Die Blüte ist nicht groß, gelb mit himbeerfarbenen Flecken an der Basis des Blütenblattes. Die Kapseln sind 4—5fächrig, zusammengedrückt, 2,8c m lang, 3,1 cm breit. Das Gewicht des Rohproduktes in einer Kapsel schwankt von 2,6 g bei der gelben Gusa bis 3,1—3,4 g bei der weißen Buchara-Gusa. Das 1000-Korn-Gewicht ist bei den asiatischen Sorten nicht hoch: 80—95 g bei der gelben Gusa, 102—112 g bei der weißen Buchara-Gusa[1]."

Diese Sorten sind die Verbindungsglieder mit der Gruppe der langfaserigen Uplandsorten (Allen-Long, Floradora u. a.), die aber nicht nur anspruchsvoller sondern auch ertragsärmer sind (Hungersteppe). Danach folgen die ägyptischen Sorten (Jannowitsch, Afifi, Sakillaridis, Aschmuni), die noch langfaseriger, spätreifer und ertragsärmer sind und in Buchara, Bairam-Ali u. a. südlichen Teilen unseres Baumwollgebietes, aber nicht in der Hungersteppe (und um so weniger in Taschkent) geprüft werden.

In das Jahr 1912 gehört die folgende allgemeine *Sortencharakteristik nach Gruppen von* Buschujew:

Merkmale	asiatische Sorten	frühreife Upland	spätreife Upland	ägyptische Sorten
Ertrag an Rohmaterial . dz	11,5	19	14,2	6,7
Frühreife . . . . . Tage	150	128	159	170
Erste Ernte . . . . . %	39	71,2	39	92
Fasergewinn . . . . . %	27—29,0	31—36,7	31—33	33—33,8
Faserlänge . . . . . mm	20—23,5	23,2—24,8	25—27,6	30—32
Faserdicke . . . . . mm	0,016—0,028	0,015—0,020	0,014—0,019	0,014—0,017
Drehung	12—56	68—148	80—250	125—190
Gewichtsverhältnis zwischen Stengel u. Gesamternte %	53	60	78	89
Temperatursumme bis zur Reife	3520°	3200°	3650°	3809°
Feuchtigkeit der Faser . %	7,5—8	7,6—8	8,0—9,0	9,5—11,5
Rente (1912) . . . . . M.	480	1055	600	476[2]

Während der 15 Jahre, die seit jener Zeit verflossen sind, als diese Angaben gemacht wurden, hat sich vieles verändert. Von der Prüfung der eingeführten Sorten ging man zur Zuchtarbeit an Ort und Stelle über, und bereits jetzt hat man Ergebnisse erzielt, die sich von den angeführten Angaben von 1912 wesent-

[1] Buschujew: Die Versuche in der Hungersteppe, S. 97. 1912.
[2] Bericht von 1912, S. 164.

lich nach der günstigen Seite hin unterscheiden. Die ersten Schritte machte E. L. Nawrozky von der Versuchsstation Andishan; danach erzielte die größten Fortschritte auf diesem Gebiete die Versuchsstation für Turkestan mit S. S. Saizew an der Spitze, wo die Arbeiten im Jahre 1913 begonnen wurden.

Ohne sich hier in die Fragen der Methodik[1] einzulassen, sei hier ein kurzer Auszug angeführt, der den Stand der Arbeiten im Jahre 1925 beschreibt.

Am wichtigsten ist für die Turkestaner Verhältnisse die Züchtung frühreifer Sorten. Sie werden durch folgende Nummern der Turkestaner Station gekennzeichnet, die etwa 8 Tage früher reif sind als die Sorte King:

1. Gruppe (*Frühsorten*) Nr. 182 der Turkestaner Station (oder „Ak-Dshura") hat eine Länge von 25 mm, Fasergewinn von 35% und ein Gewicht des Rohmaterials einer Kapsel von etwa 5 g. Für Gegenden mit verkürzter Vegetationsperiode erwies sich diese Sorte nach den Versuchen von 1924 als die ertragreichste. Dieser Sorte steht die Nr. 169 (oder „Dikchan") nahe, mit einer beinahe 3 mm längeren Faser, aber mit einem 4% geringeren Fasergewinn als bei der ersteren.

Aus der Sorte, die R. R. Schröder (Nr. 62) gezüchtet hat, züchtete die Station die Nr. 1306, die sich durch noch größere Frühreife als Nr. 182, durch größere Faserlänge (um 2 mm), aber durch eine kleinere Kapsel auszeichnet. Diese Sorte ist für die nördlichsten Gebiete des Baumwollbaues von Interesse. Wenn die 1. Gruppe in den Gebieten mit kurzer Vegetationsperiode die erste Stelle nach ihrer Ertragsfähigkeit einnimmt, tritt sie bei der Bewegung nach Süden ihre Stelle anderen Sorten ab, die eine mittlere Frühreife besitzen (nach mittelasiatischem Maßstab).

Bei der Prüfung in verschiedenen Jahren und in verschiedenen Gebieten tritt eine Abweichung von den Durchschnittsnormen ein. Als Beispiel seien Durchschnittszahlen angeführt, die man für einige Eigenschaften durch die Versuche im Jahre 1924 erhielt:

	Frühreife	Faserlänge	Fasergewinn	Gewicht des Rohmaterials einer Kapsel
	Tage	mm	%	g
Turkestaner Station Nr. 182 . .	125	26,4	32,4	5
„ „ „ 169 . .	128	29,0	28,5	5
„ „ „ 750 . .	134	27,6	38,3	5,5
„ „ „ 509 . .	136	28,2	32,6	6
Nawrozky	137	27,7	33,0	6
King	135	25,8	33,3	5
Cleveland	148	72,22	33,7	6

2. Gruppe (*mittelspätreife Sorten*). Hierher gehören die Sorten, die etwa 8 Tage später reif werden als die obengenannten. Der Typ wird hier von Nr. 509 der Zuchtstation angegeben, die eine Faserlänge von 27 mm und einen Fasergewinn von 35% zeigt. Beinahe gleich mit Nr. 509 steht in Qualität und Ertragsfähigkeit die Sorte Nawrozky.

Hierher gehören auch die Nr. 750 und ebenfalls die amerikanischen Originalsorten King, Tries und Ideal. Aber bei genügend langer Vegetationsperiode steht King im Ertrag hinter der Nr. 509; bei kurzer Vegetationszeit aber gewinnt die 1. Gruppe die Oberhand. Die Sorte Ideal steht in der Faserlänge und Tries in dem Fasergewinn hinter der Nr. 509 zurück. Die Sorte „Half and Half" hat einen sehr hohen Fasergewinn (41%), steht aber im Ertrag und in der Faserlänge hinter Nr. 509 zurück. Zu dieser Gruppe gehören auch einige Nummern mit längerer Faser (32—34 mm), aber mit geringerem Fasergewinn (29—30%);

[1] Siehe den kurzen Bericht bei Saizew in der Broschüre: Die Baumwolle. 1925.

diese Sorten wurden von der Turkestaner Station auf dem Wege einer komplizierten Kreuzung, wie z. B. Nr. 1838, gewonnen. Sie konkurrieren in der Qualität mit den amerikanischen Sorten Webber, Webbers Express und Acala[1], indem sie diese in Frühreife und Ertragsfähigkeit unter den Verhältnissen der Turkestaner Station übertreffen. Die Angaben des Jahres 1925 ließen bei Nr. 1838 den Schluß zu, daß das Ziel, das man sich seit 1914 gesteckt hat — die Erzielung einer langen Faser ohne Nachteil für den Ertrag gegenüber der besten Standardsorte — fast in vollem Maße erreicht ist (Saizew).

3. Gruppe (*spätreife Sorten*). Hierher gehören Sorten, die in der Reife im Vergleich mit der 1. Gruppe um 14 Tage zurückbleiben. In Mittelasien können sie nur für die südlichsten Gebiete von Interesse sein (südliche Kreise der früheren Buchara und Turkmeniens). Hierher gehören die amerikanischen Sorten Cleveland, Triumph, „43 proz." (mit hohem Fasergewinn, aber mit geringer Faserlänge), Durango mit einer Faserlänge von 33 mm, Dixie u. a. m.

4. Gruppe (*sehr spätreife Sorten*). Hier haben wir es mit einer Verzögerung von bereits 3 Wochen zu tun, weswegen diese Gruppe für die mittelasiatischen Verhältnisse fast aussichtslos ist.

Es ist interessant, als Beispiel die Einwirkungen der örtlichen Verhältnisse auf die Bewertung der Sorten festzustellen, daß in Indien von den Uplandsorten gerade zwei spätreife Sorten großen Erfolg haben: Dharwar und Camboja, weil es dort bei der Notwendigkeit der Baumwollbestellung vor Beginn der langanhaltenden Monsunregen notwendig ist, daß die Blüte erst nach dem Ende dieser Regenfälle beginnt.

Außer den Versuchen mit Upland hat diese Station in der Sammlung zahlreicher Baumwollformen (über 1000 Nummern) einige Formen afghanischer und persischer Herkunft gekennzeichnet, die zu Gossypium herbaceum gehören und trotzdem eine große Fasermenge besitzen. Diese Formen können infolge einiger besonderer Aufgaben für die mittelasiatischen Gebiete von Interesse sein.

In Zusammenhang mit der sich in den Vereinigten Staaten bemerkbar machenden Bestrebung, die Baumwollernte zu mechanisieren, wobei oft als Neuheit nur das „langvergessene Alte", nämlich die Ernte ganzer Kapseln auftritt, kann man die Frage aufwerfen, ob für die amerikanischen Verhältnisse gerade eine solche langfaserige Baumwolle bei einem Erfolg der Zuchtarbeit in dieser Richtung nicht von Interesse sein könnte.

An den *Boden* stellt die Baumwolle ebenfalls bestimmte Ansprüche. Er muß genügend durchlässig sein, damit die Pfahlwurzel tief genug eindringen kann; außerdem muß er über einen bedeutenden Nährstoffvorrat verfügen. Deswegen können die armen (obgleich auch lockeren) Sandböden nicht zum Anbau der Baumwolle verwendet werden. Zu bindige, lehmige und zum Verschlämmen neigende Böden sind deswegen ungeeignet, weil die Pflanzen auf ihnen von Pilzen befallen werden und dazu neigen, die Blüten abfallen zu lassen. Im allgemeinen können aber doch sehr verschiedene Böden zum Anbau der Baumwolle Verwendung finden. Die am besten geeigneten sind der Turkestaner Löß, schwarzerdeähnliche Böden und einige mehr oder weniger durchlässige Lehme und sandige Lehme Amerikas.

Die Lößböden des Turkestan (Grauerden) zeichnen sich durch bedeutende Tiefgründigkeit aus, und wenn sie nicht der Einwirkung zuviel Wassers ausgesetzt waren, enthalten sie genügend Phosphorsäure, solange sie durch die Kultur nicht erschöpft sind; sie sind kalireich, aber sehr stickstoffarm. Ihr Stickstoffgehalt kann z. B. 0,26—0,08% in der oberen Krume (20 cm) betragen; mit zunehmender Tiefe sinkt der Stickstoffgehalt sehr rasch bis auf

[1] Leider wurde in Turkestan unter dem gleichen Namen aus Amerika nicht immer das gleiche Material erhalten.

0.015%[1]. Die tiefliegenden Schichten des Löß können salzhaltig sein „und üben keine bedeutende Wirkung auf den Boden aus, besonders wenn dieser nicht künstlich berieselt wird" (Neustrujew, 179). Mit der Nähe des Grundwassers hat man gewöhnlich nur in der Umgebung der Flüsse in Niederungen zu tun.

Bei der Ausdehnung des Bewässerungsnetzes in Turkestan wird man auf eine sehr wichtige und schwierige Frage stoßen, nämlich auf den Grad des Salzgehaltes, bei welchem die Kultur der Baumwolle noch möglich ist, und ebenfalls auf die Frage der Gefahr der Versalzung des Bodens durch diejenigen Salze, die sich im Untergrund befinden[2].

In Turkestan wird auf den Böden mit hohem Grundwasserspiegel der Anbau asiatischer Sorten dem Anbau amerikanischer vorgezogen, weil die asiatischen Sorten die Nähe des Grundwassers besser vertragen können als die amerikanischen. In der Wahl des Bodens spielt auch das Klima eine indirekte Rolle. An den nördlichen Grenzen des Baumwollbaues, wo die Gefahr früher Herbstfröste besteht, muß man zu fruchtbare und zu feuchte Niederungsböden, die häufig reicher an Humus (und an Stickstoff) sind, vermeiden, weil auf ihnen die Baumwolle infolge einer Eigenschaft, die viele Pflanzen besitzen, ihre Vegetationsperiode stark verlängert und deswegen mehr der Gefahr ausgesetzt ist, von Frösten geschädigt zu werden.

3. Fruchtfolge und Düngung.

Die Frage der *Fruchtfolge* beim Baumwollbau verdient eine größere Beachtung, als ihr bisher bei uns zuteil wurde. Obgleich die Baumwolle bei einer regelmäßigen Düngung ohne großen Nachteil für sich (solange keine Schädlinge auftreten) mehrere Jahre hintereinander auf demselben Felde und infolgedessen auf besonderen *Plantagen* angebaut werden kann (was in Amerika vor der Verbreitung des Rüsselkäfers der Fall war), so erscheint gerade dieses besondere Verhalten der Baumwolle, ihr fehlendes Gleichgewicht mit anderen Kulturen, nicht selten als eine der ungesunden Seiten ihres Anbaues. Die Sache ist die, daß die Baumwolle, wie weiter oben bereits ausgeführt wurde, wie Lein und Hanf gar kein Material zur Futter- und Stallmistgewinnung liefert, jedenfalls bei der gegenwärtigen Lage dieses Wirtschaftszweiges. Deswegen trägt ihre Lage bei einer künstlich zu weit entwickelten Anbaufläche in sich die Keime der Unbeständigkeit. Wie auch andere Gespinstpflanzen kann die Baumwolle, weil sie nur als Stallmistzehrer auftritt und die stallmistbildenden Pflanzen verdrängt, die Wirtschaft an Futtermitteln und Stallmist erschöpfen, was schließlich zu einem Sinken auch der Baumwollerträge selbst führt (s. weiter oben), wenn der Stallmistmangel nicht durch mineralische Düngemittel ersetzt wird.

Weil eine einseitige Baumwollkultur sogar bei reichlichem Vorhandensein mineralischer Düngemittel gefährlich ist (wegen der Vermehrung der Schädlinge und anderer Ursachen), so ist es richtiger, die Baumwolle in den Rahmen einer strengen Fruchtfolge einzuführen, in der das Gleichgewicht zwischen der zu düngenden Fläche einerseits und der Futterfläche (Stallmistbildner) andererseits seinen Ausdruck finden muß.

Wenn das Vorhandensein künstlicher Düngemittel uns heute auch erlaubt, von der strengen Erfüllung der letzten Forderung abzuweichen, so zwingt uns das Prinzip der Vielseitigkeit der Kulturen, um die Ernte vor den Witterungsunbilden und anderen unverhofften Ereignissen, wie dem Auftreten von Schädlingen,

[1] Siehe bei Neustrujew und Nikitin: Die Böden der Baumwollgebiete in Turkestan. Bibl. d. Baumwollwirtschaft 1926, 2. Buch.

[2] Näheres siehe in den Spezialaufsätzen, z. B. von Kurbatow: Über die Erforschung und Tauglichkeit der Böden zur Berieselungswirtschaft. Baumwollwirtschaft 1925.

zu schützen, und ebenfalls die Frage des Viehfutters und der Volksernährung (solange diese Frage nicht auf anderen Wegen beseitigt wird) dazu, an der Fruchtfolge festzuhalten.

In nichtlandwirtschaftlichen Kreisen wird oft die „*Monokultur*" der Baumwolle als etwas Interessantes und beinahe Wünschenswertes hingestellt. Aber hier muß man zwischen mehreren Arten der Monokultur unterscheiden. Wenn z. B. eine Versuchsstation Versuche mit der Monokultur ohne Düngung und mit Düngung in verschiedenen Kombinationen macht, so kann dies gestatten, einen „Blick in die Zukunft" zu tun, d. h. den Gang der Bodenerschöpfung zu berechnen bei häufiger Wiederkehr der Baumwolle, um festzustellen, welche Düngemittel dabei von Bedeutung sein werden. Auf diese Weise hat die Methode der Mironowostation festgestellt, daß beim Zuckerrübenbau nach einiger Zeit ein Kalimangel eintreten muß auf solchen Böden, die bis jetzt noch niemals auf Kali reagiert hatten, wenn wir der Zuckerrübe keinen Stallmist, sondern nur Stickstoff und Phosphorsäure als Kunstdünger geben. Einen anderen Fall einer teilweisen Monokultur unter einigen besonderen Wirtschaftsverhältnissen kann man sich in dem Falle vorstellen, wenn die Wirtschaft von einem Teil der Fläche, auf welcher der Baumwollbau unmöglich ist, Futter gewinnt. Z. B. wenn irgendwo in den Turkestaner Verhältnissen die Ansaaten von „Bogara[1]" die Wirtschaft reichlich mit Futtermitteln versehen, die berieselte Fläche aber klein ist, so ist es möglich, daß sie so lange ununterbrochen mit Baumwolle bestellt wird, solange der Boden nicht mit auf der Baumwolle schmarotzenden Schädlingen verseucht wird (die z. B. den Krebs des Wurzelhalses hervorrufen) oder solange sich nicht andere Schädlinge entwickeln. Einen dritten Fall haben wir endlich dann, wenn auf großen Flächen fast ununterbrochener Baumwollbau getrieben wird durch solche Wirtschaften, die keine Futterflächen besitzen und deswegen Futtermittel kaufen müssen. Dies führt ferner zu einem Verkauf des Viehs zum Winter und zu einem erneuten Viehankauf im Frühjahr auf Kosten der Vorschüsse, die beim Anbau der Baumwolle ausgegeben werden. Ein derartiges Bild wurde z. B. in den Staaten Südamerikas beobachtet, wobei die Wirtschaft zu einem Hazardspiel wurde. Im Falle einer Baumwollmißernte wurde der „Farmer" ruiniert, und er war in ständiger Schuld bei seinen Gläubigern. Das Auftreten des Rüsselkäfers, das eine Einschränkung der Baumwollkultur und die Rückkehr zur Fruchtfolge mit Getreidebau bedingte, wurde die Ursache zur Wiederherstellung der Selbständigkeit, und in einem Orte des Staates Alabama steht ein interessantes Bronzedenkmal mit der Aufschrift: „Dieses Monument ist aus dem Gefühl der tiefen Dankbarkeit heraus dem Rüsselkäfer, dem Vorkämpfer unseres Wohlstandes, errichtet worden. Seine Verheerungen führten uns zu einer vielseitigen Kultur, um die ausschließliche Abhängigkeit von der Baumwolle zu beseitigen." Aus dieser rührenden Inschrift geht natürlich noch nicht hervor, inwieweit durch die Lehre, die der Rüsselkäfer erteilt hat, diejenigen Farmer zum Wohlstand gelangten, die während der Herrschaft der „weißen Pest" (d. h. der Monokultur) ruiniert wurden, oder aber es hat in bedeutendem Umfange ein Besitzwechsel stattgefunden.

Besonders die Frage der Fruchtfolge spitzt sich jetzt bei dem Mangel an künstlichen Düngemitteln zu, wie es bisher in Turkestan der Fall war. Und gerade hier wurde ein völliges Mißverhältnis der Flächen unter Stallmistzehrern und Stallmistbildnern beobachtet. Mit der einzigen Futterpflanze, die in Turkestan angebaut wird, mit Luzerne, waren nur 8—9 %[2] der gesamten Saatfläche, der Rest mit Baumwolle und Körnerfrüchten, die eine Düngung verlangen, bestellt. Man kann sagen, daß diese Struktur in völligem Gegensatz zu der Struktur der Feldwirtschaft in Dänemark steht, wo 40 % der Saatfläche von Futterpflanzen, 40 % von Getreide und 15 % von Hackfrüchten besetzt werden (die Hackfrüchte sind hauptsächlich durch Futterpflanzen vertreten).

Der Gesundung der Feldwirtschaft (im Sinne einer Vergrößerung der Futterpflanzenfläche) steht gegenwärtig eine bei der bedeutenden dichten Bevölkerung des Gebietes recht empfindliche Nachfrage nach Getreide einerseits und eine Nachfrage des Reiches nach Baumwolle andererseits im Wege. Nur in Zukunft, wenn sich die Nachfrage nach Getreide infolge der Zufuhr aus

[1] Anmerkung des Herausgebers: Mit diesem Wort bezeichnen die Eingeborenen solche nicht berieselten Flächen, die im Gebirge, sogar in Turkestan, eine landwirtschaftliche Nutzung gestatten.

[2] Von der gesamten Berieselungsfläche in Mittelasien (rund 2 Mill. ha) entfallen auf Baumwolle 25,8 %, auf Weizen 32,0 %, auf die Samenleguminosen 16,7 %, auf Reis 8,7 %, auf Luzerne 8,7 %, auf Gemüsegärten 6,6 %, auf Gärten und Weinberge 1,6 %.

Sibirien[1] verringert haben wird, und die extensive Ausdehnung der Baumwollflächen auf immer größere und größere Flächen durch intensive Kultur und durch Hebung der Baumwollerträge innerhalb der vorhandenen Fläche abgelöst sein wird (womit man bereits jetzt mit Hilfe der Anwendung künstlicher Düngemittel beginnen kann), wird die Ausdehnung der Luzernesaaten und der Flächen der anderen Futterpflanzen, sowie die glückliche Lösung der Frage der Viehhaltung und der Gewinnung genügender Stallmistmengen möglich sein; die Ausdehnung der Berieselungsflächen wird später diese Lösung ebenfalls begünstigen.

Als *Hackfrucht* ist die Baumwolle an die Vorfrucht wenig anspruchsvoll, wenn es mit der Düngungsfrage günstig bestellt ist. Aber bei Düngermangel sind die Leguminosen die besten Vorfrüchte, sogar wenn es sich dabei um 1jährige Pflanzen handelt; um so mehr wird der Boden von der Luzerne verbessert. Die Frage der Bodenaustrocknung durch Luzerne fällt dagegen in einer Berieselungswirtschaft fort.

Eins der Mittel, die Unzulänglichkeit der Luzernefläche zu verbessern, kann die Einführung von *Unter- und Stoppelsaaten* sein, für welche in Turkestan in weitem Maße die Bedingungen günstig sind, infolge der Berieselung fällt gewöhnlich das Hindernis für Stoppelsaaten in Südrußland, der Mangel an Feuchtigkeit während der Getreideernte, weg. Als Untersaat können Schabdar (persischer Klee, Trifolium resupinatum) und auch andere kleinsamigere Leguminosen Verwendung finden, die bei Untersaat im Frühjahr eine Herbstnutzung nach der Wintergetreideernte desselben Jahres liefern können. Dann folgen die 1jährigen Leguminosen (vom Wickentypus), die bei *Stoppelsaat* eine Ernte eiweißreichen Futters bringen können. Hierher gehört auch die Stoppelsaat der Urdbohne (Phaseolus Mungo) zur Gründüngung, die in die Fruchtfolge der Hungersteppe von Buschujew eingeführt worden ist.

Bei der Untersuchung der Einwirkung der *Vorfrucht* auf die Baumwolle wurden auf dem Versuchsfeld von Andishan folgende Ergebnisse erhalten:

	Ernte an Rohprodukt
Nach Gründüngungsbrache	26 dz
„ reiner Brache	19 „
„ Futterrüben	17 „
„ Winterweizen	31 „
„ Mais	13 „
„ Hirse	12 „
„ Baumwolle (5 Jahre ununterbrochener Anbau)	11 „

Diese Zahlen beziehen sich auf ein einzelnes Jahr (das 5. Versuchsjahr); aber die Reihenfolge war auch in den anderen Jahren im allgemeinen ähnlich. Die Brache kommt in Turkestan nur auf Versuchsfeldern vor; aber hier ist der Vorzug der besetzten Brache vor der reinen Brache charakteristisch zum Unterschied von dem Schwarzerdegebiet, wo die Gründüngung ungünstig wirkt.

Nach mehrjähriger Luzerne aber kann die Baumwolle zwei gute Ernten bringen und sogar noch mehr, wenn die Luzerne mit Superphosphat gedüngt worden ist.

Der Gedanke der *Abwechslung der Baumwolle mit Stickstoffsammlern* ist natürlich nicht mehr neu. Sogar als die Eigenschaft der Luzerne als Stickstoffsammler noch nicht genügend bekannt war (in den 80er Jahren), wurde schon von einem der Pioniere der Baumwollkultur, Wilkins, folgende Vierfelderwirtschaft vorgeschlagen, indem er offenbar mit der Notwendigkeit genügender Futter- und Stallmistmengen rechnete: *1. Baumwolle, 2. Getreide, 3. Luzerne (1. Jahr), 4. Luzerne (2. Jahr)*. Es ist nicht unbedingt notwendig, den Luzerne-

[1] Oder wenn die zur menschlichen Ernährung notwendige Getreidefläche zurückgeht bei gleichzeitiger Hebung der Erträge mit Hilfe der künstlichen Düngemittel.

schlag nach 2jähriger Nutzung umzupflügen, man kann im Gegenteil den Luzerneschlag in einen Schlag außerhalb der Fruchtfolge verwandeln, aber hier ist das Flächenverhältnis interessant, das zu Beginn der Baumwollkultur den Blicken des Naturforschers vorschwebte, des Forschers, der ein ideales Bild der künftigen Blüte der Baumwolle auf Grund der doppelten Luzernefläche im Vergleich zur Baumwollfläche entwarf. Indessen stellte die Wirklichkeit ein solches Übergewicht nach der entgegengesetzten Seite her, so daß man bei den heutigen Bestrebungen, die sich ungemein ausdehnende Baumwollkultur in die Fruchtfolge einzuführen, gezwungen ist, die Grenzen in ganz anderen Ausmaßen zu ziehen, als es WILKINS vorschwebte. Als modernes Beispiel seien hier *2 Fünffelderfruchtfolgen* angegeben, die von den Versuchsinstituten Turkestans eingeführt worden sind[1]:

Aschabad-Fruchtfolge.

1. Winterung
2. Baumwolle nach Stallmist
3. Mais
4. Baumwolle nach Stallmist
5. Leguminosen — Ölfrüchte (Erdnuß)
6. Luzerne als Schlag (außerhalb der Fruchtfolge)

Hungersteppenfruchtfolge (BUSCHUJEW).

1. Winterung + Urdbohne zur Düngung
2. Baumwolle
3. Mais + Urdbohne zwischen den Reihen
4. Baumwolle
5. Urdbohne zur Samengewinnung
6. Luzerne (außerhalb der Fruchtfolge)

Hieran schließt sich auch die *Vierfelderfruchtfolge*[2], die ebenfalls das Vorhandensein einer genügenden Luzernereserve außerhalb der Fruchtfolge voraussetzt:

1. Winterweizen + Gründüngung,
2. Baumwolle,
3. Baumwolle mit Düngung von Superphosphat und Baumwollkuchen,
4. Gerste + Urdbohne zur Samengewinnung oder Mais + Urdbohne zwischen den Reihen.

Bei kurzer Nutzung der Luzerne ist es möglich, sie in der Fruchtfolge unterzubringen, z. B. 1. Winterweizen (Luzerne als Untersaat), 2. Luzerne (mit Superphosphat gedüngt), 3. Luzerne, 4. Baumwolle, 5. Baumwolle, 6. Mais, Mohrenhirse und andere Hackfrüchte[3].

Bei den Eingeborenen sind die Fruchtfolgen oft mit Pflanzen verbunden, die in ihrer Ernährung eine Hauptrolle spielen, d. h. mit Reis und Zuckermelonen. Man findet z. B. folgende Dreifelderwirtschaft vor: 1. Reis, 2. Zuckermelonen, 3. Baumwolle. Wenn Luzerne untergepflügt wird, so erträgt das Feld den Baumwollanbau 3 Jahre hintereinander gut, obgleich die Erträge auch allmählich sinken. Ist das Feld nach der mehrjährigen Luzerne so reich an Stickstoff, daß die Baumwolle Gefahr läuft, ihre vegetative Entwicklung zu weit zu treiben und sich dadurch in der Samenbildung zu verspäten, so werden als erste Pflanzen nach Luzerne Zuckermelonen angebaut und dann erst Baumwolle.

Hinsichtlich der Reiskultur muß bemerkt werden, daß sie mit der Baumwolle konkurriert, und zwar mehr als man nach dem Verhältnis der von ihr heute schon beanspruchten bescheidenen Fläche annehmen könnte, weil der Reis ungeheuer viel Wasser verbraucht. Weil aber die weitere Zurückdrängung des Reisbaues in Widerspruch mit den Bedürfnissen der Bevölkerung Mittelasiens steht, so kann ein anderer Ausweg vorgeschlagen werden: Die Entwicklung des Reisbaues in unmittelbarer Nachbarschaft mit der Zone, in welcher die Baumwolle ausreift, aber nördlich davon. Das Beispiel des Ußurigebietes

[1] Eingeführt auf dem Versuchsfeld Aschabad seit dem Jahre 1898 (siehe PONJATOWSKY: Versuch der Erforschung der Baumwollwirtschaft. 1913).

[2] Siehe STUDENOW: Wie baut man Baumwolle? Landwirtschaft Turkestans. 1914.

[3] Andere Beispiele siehe bei BUSCHUJEW: Vorschriften zum Anbau der Baumwolle. 1926.

zeigt, wie erfolgreich die Reiskultur nach Norden von dem Baumwollgebiet aus vordringen kann, wenn frühreife Reissorten angebaut werden (s. weiter oben).

Von den gewöhnlichen Getreidearten konkurrieren die Wintergetreidearten mit der Baumwolle weniger im Wasserverbrauch als die Sommerungen; so fällt der größte Wasserverbrauch bei den Winterungen nicht mit demjenigen der Baumwolle zusammen. Wie aber aus weiterem ersichtlich sein wird, könnten die modernen Aufgaben der Baumwoll- und Getreideproduktion in Mittelasien durchaus in Einklang gebracht werden, und sogar für Luzerne würde sich in der Fruchtfolge mehr Platz finden, wenn entschiedene Maßnahmen getroffen worden wären zur Hebung der Erträge mit Hilfe künstlicher Düngemittel.

Die Düngung der Baumwolle. Wie bei anderen Kulturen hängt auch bei der Baumwolle die Reaktion auf die Düngung nicht nur von dem Nährstoffverbrauch durch die betreffende Pflanze ab sondern auch von einer Reihe anderer Faktoren, wie z. B. von dem *Vorrat an aufnehmbarer Nahrung* gerade in dem Boden, mit dem wir es zu tun haben. Deswegen muß man aber mit der Anführung solcher Angaben aus der Literatur, welche die Düngerbedürftigkeit der Baumwolle in allgemeiner Form angeben, vorsichtig sein, wie z. B. die Versuche auf denjenigen Böden Nordamerikas, die unserer Schwarzerde nahestehen und die auf dem Turkestaner Löß (der sich von den genannten Böden gerade durch Stickstoffarmut auszeichnet) völlig unanwendbar sind. Deswegen verhält man sich in Turkestan z. B. zum Stallmist ganz anders als in den Schwarzerdegebieten; er ist fast „völlig unersetzbar" und „übt auf den Ertrag der Baumwolle die denkbar günstigste Wirkung aus, während man auf stickstoffreichen Böden eine direkte Stallmistgabe zur Baumwolle vermeidet".

Abgesehen von den Unterschieden in den Bodenverhältnissen dürfen die Angaben der amerikanischen Praxis auch noch aus anderen Gründen nicht als Muster für Mittelasien erscheinen. Während Amerika über Riesenflächen verfügt, auf denen Baumwolle gebaut werden kann, und sogar ohne Berieselung, läßt bei uns nur ein kleiner Teil der Union die Baumwollkultur wegen der benötigten Wärme zu; und von diesem Teil wird in der Tat wiederum nur ein geringer Prozentsatz berieselt, und nur in diesem Zustand ist er anbaufähig für sämtliche Kulturen, von denen die Baumwolle ein Viertel ausmacht. Deswegen müßten wir in Mittelasien eine viel intensivere Kultur betreiben als in Amerika und viel größere Düngergaben anwenden, wobei wir uns den höchstmöglichen Ertrag als Ziel stecken müßten. In Wirklichkeit aber ist bis jetzt die Düngerfrage der schwächste Punkt in der mittelasiatischen Landwirtschaft gewesen.

Abgesehen von der Übereinstimmung der Bodeneigenschaften muß die Menge der eingeführten Düngemittel danach eingerichtet werden, ob dem Boden viel oder wenig Nährstoffe wieder zurückgegeben werden. Wenn die Samen in einer Ölfabrik verarbeitet und die Baumwollkuchen verkauft werden, so wird der Boden stärker erschöpft und wird deswegen in diesem Falle eine stärkere Düngung verlangen, als bei einer Verfütterung des Baumwollkuchens an Ort und Stelle. Es ist weiterhin auch von Bedeutung, ob der Boden die Blätter und Stengel oder wenigstens ihre Asche wieder zurückerhält[1].

Die Verteilung der verschiedenen Nährstoffe in den Organen der Pflanze ist natürlich ungleichmäßig. Stickstoff und Phosphorsäure sind am meisten in den Samen und Blättern enthalten, Kali am meisten in den Blättern und Stengeln, aber auch nicht wenig in den Samen; Kalk und Magnesium konzentrieren sich ebenfalls vorzugsweise in den Blättern.

[1] Siehe Jber. Agrikulturchemie 1901, 181.

Bei einer Ernte von 5 dz reiner Faser vom Hektar, die in Fergana ziemlich üblich ist, sind die absoluten Nährstoffmengen, die von der Baumwolle ausgeführt werden, in den verschiedenen Pflanzenteilen folgende (nach SCHRÖDER):

Pflanzenteil	Gewicht	Nährstoffmengen				
		N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
	dz	kg	kg	kg	kg	kg
Wurzeln	3,6	3,46	1,96	4,82	2,42	1,55
Stengel	9,7	14,59	5,89	14,10	9,65	4,18
Blätter	8,5	28,08	10,41	15,77	39,00	7,60
Kapseln	6,0	15,65	5,92	11,13	3,15	2,46
Samen	9,8	31,08	12,61	11,63	2,51	5,47
Faser	2,2	1,55	0,45	2,10	0,86	0,36
Summe	29,8	94,41	37,24	59,55	57,59	14,62

Nach anderen Quellen (KILGORE 1910) ergeben die Bestimmungen etwas größere Werte; z. B. für eine Rohbaumwollernte von 15,7 dz ist folgender Verbrauch üblich:

Stickstoff	Phosphorsäure	Kali	Kalk[1]
117 kg	46 kg	76 kg	75 kg/ha

Daraus ist ersichtlich, daß das Hauptprodukt, die Faser, verschwindend wenig Nährstoffe dem Boden entnimmt, und wenn alles dem Boden wieder zugeführt würde, so würde die Baumwolle den Boden fast überhaupt nicht erschöpfen. In Wirklichkeit ist aber das Gegenteil der Fall. Meistens bekommt der Boden aus der Baumwollernte nichts wieder zurück außer den Wurzeln, die in der Tabelle berücksichtigt worden sind.

Läßt man die Wurzeln außer Betracht, weil sie im Felde bleiben, und teilt man die übrige Ernte in Samen und Faser einerseits und alles übrige andererseits ein, so erhält man folgendes Bild:

Es werden je Hektar in Kilogramm ausgeführt:

	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali	Kalk	Magnesium[2]
Durch Samen und Faser	32	13	13	3,3	5,7
Durch Stengel, Blätter und Kapseln	57	22	40	50	13,8
Insgesamt	89	35	53	53,3	19,5

Es seien diese Mengen mit denjenigen verglichen, die durch Mittelernten[3] anderer Kulturen ausgeführt werden (in Kilogramm je Hektar):

	Stickstoff	Aschesubstanz	Kali	Kalk	Phosphorsäure
Getreide	37	130	26	9	13
Kartoffeln	59	198	97	23	29
Zuckerrüben	74	210	93	15	21
Futterrüben	103	465	209	32	31

Diese Zahlen zeigen, daß Baumwolle viel mehr Nährstoffe ausführt als Getreide; bei Stickstoff und Phosphorsäure aber kann sie mit den Wurzelfrüchten konkurrieren. Im Kalkverbrauch übertrifft sie sogar die Futterrüben.

Indessen drückt ein solcher Vergleich das *größere Nährstoffbedürfnis der Baumwolle* im Vergleich mit den Getreidearten noch ungenügend aus, weil die bescheidenen Ansprüche der Getreidearten auch noch durch den Umstand gemildert werden, daß das Stroh Stallmist bildet (als Futter oder als Ein-

[1] KOTSCHETKOW: Die Düngung der Baumwolle in den Vereinigten Staaten. Baumwollind. 1927

[2] Umgerechnet auf N, P_2O_5, K_2O, CaO, MgO.

[3] Es werden für Rußland Mittelerträge angenommen.

streu — das ist gleich). Deswegen können die angeführten Zahlen nur dann zu einem Vergleich des Nährstoffbedürfnisses der Baumwolle und der Getreidearten dienen, wenn man auch bei der Baumwolle Maßnahmen trifft, die vegetativen Pflanzenteile dem Boden wieder zuzuführen, was in Wirklichkeit nicht der Fall ist.

Würden z. B. die Baumwollblätter ganz auf dem Felde untergepflügt oder würden sie an das Vieh verfüttert werden, so würde mit ihnen ein Viertel Stickstoff, ein Drittel Phosphorsäure und Kali und zwei Drittel Kalk von der gesamten oberirdischen Ernte dem Boden wieder zugeführt werden. Werden auch die Stengel untergepflügt, so werden dem Boden etwa 60 % der von der Baumwolle fortgeführten Substanzen zurückgegeben. Bei solcher Methode werden, wie auch beim Getreide, nur die Samen aus der Wirtschaft ausgeführt; dann kann der Vergleich mit den Getreidearten mehr oder weniger auf Grund der angeführten Zahlen durchgeführt werden.

Würden dem Boden auch noch die Nährstoffe der Samen wieder zugeführt werden, dadurch daß die Wirtschaft eine entsprechende Menge an Baumwollkuchen erhielte (z. B. 4,5 dz Kuchen auf 4,5 dz abgelieferte Faser), so würden wir eine fast völlige Rückgabe der gesamten von der Baumwolle fortgeführten Substanzen an den Boden durchführen, und die Baumwolle würde den Boden weniger erschöpfen als die Getreidearten.

Auf diese Weise kann die Baumwolle sehr anspruchsvoll an die Düngung sein, sie kann ein Stallmistzehrer sein, der die Wirtschaft erschöpft; sie kann aber in dieser Hinsicht auch als eine derart bescheidene Pflanze auftreten, daß sie sich beinahe selbst versorgt. Leider haben wir es in Wirklichkeit mit dem ersten Fall zu tun.

Zur Bestimmung des Düngerbedürfnisses wäre es wichtig, außer der ausgeführten Nährstoffmenge auch noch das Assimilationsvermögen zu kennen, mit dem die Nährstoffe von den Pflanzen aufgenommen werden. Die Zuckerrübe führt z. B. mehr Kali als Phosphorsäure aus; auf Schwarzerdeböden reagiert sie aber auf lösliche Phosphate mehr als auf Kalisalze, weil ihre Aufnahmefähigkeit für Kali groß ist, für Phosphorsäure aber gering. In dieser Hinsicht ist die Baumwolle noch nicht genügend erforscht; aber wahrscheinlich verhält sie sich in bezug auf Phosphorsäure und Kali ähnlich wie die Zuckerrübe; aber gleichzeitig werden hier viel größere Gaben an Stickstoff verlangt als bei der Zuckerrübe, weil der Lößboden stickstoffarm ist, der Schwarzerdeboden aber, auf dem bei uns der Zuckerrübenbau betrieben wird, sehr stickstoffreich ist.

Ferner wollen wir die Düngung der Baumwolle in dem Falle betrachten, wenn der *Ersatz der gesamten Nährstoffsumme,* die dem Boden entnommen worden ist, notwendig wird.

Obgleich im allgemeinen nach der Menge der Nährstoffe bereits 180 dz/ha Stallmist die Nährstoffausfuhr aus dem Boden durch die Baumwolle decken (wie weiter oben erwähnt, braucht man bei 500 kg Faser 100 kg Stickstoff, 36 kg Phosphorsäure, 56 kg Kali), wäre es aber unrichtig, einen solchen Ertrag auf Kosten der 180 dz Stallmist zu erwarten, weil der nacheinander gegebene Stallmist nur allmählich aufnehmbare Pflanzennährstoffe liefert und die Pflanze im ersten Jahre nur den kleineren Teil der Nährstoffe aufnehmen kann. Vor allem bezieht sich das auf den Stickstoff, indem man annimmt, daß ein Viertel bis ein Drittel seiner Menge im ersten Jahre wirksam wird. Deswegen muß der Stallmist in solcher Menge gegeben werden, daß dieser aufnehmbare Teil die Bedürfnisse der Pflanze im Laufe eines Jahres decken kann; für den heißen Sommer von Turkestan und für die lange Vegetationsperiode der Baumwolle müßte der Ausnutzungskoeffizient im ersten Jahre allerdings höher sein als für die Getreide-

arten in europäischen Verhältnissen, wieviel höher aber, das kann man ohne Spezialversuche schwer sagen. Andererseits kommen hier noch gewisse Verluste durch Auswaschung bei der Berieselung hinzu. Aus dem Gesagten ist verständlich, weswegen man in der Praxis auf eine Stallmistgabe zu Baumwolle von 450—600 dz/ha trifft, aber mit der Berechnung, daß diese Menge nicht 1 Jahr, sondern länger wirken soll.

Man sollte annehmen, daß es besser wäre, jeder Frucht 180 dz zu geben, als auf einmal 540 dz den vier Ernten der gesamten Fruchtfolge. Aber man muß bemerken, daß man die mittelasiatischen Normen der Stallmistgabe nicht immer mit europäischem Maßstab messen darf. Erstens wird dort unter dem Namen Stallmist ein recht verschiedenes Material verstanden, das sehr häufig gar nicht der mittleren Zusammensetzung des Stallmistes entspricht. Die Haltung des Viehes bei den Eingeborenen führt bei Mangel an Einstreu unter den Verhältnissen des heißen Klimas sehr oft zum Verlust des größten Teiles der flüssigen Exkremente; der trockene Teil der aus dem Stall entfernten Exkremente, die bei der Aufbewahrung nicht befeuchtet worden sind, zersetzt sich schlecht. Als Endergebnis erhält man je Stück Vieh und Jahr 16—17 dz Stallmist anstatt 65—80 dz Stallmist. Auf diese Weise ist der auf das Feld gefahrene Stallmist sehr reich an trockener Substanz, aber arm an Stickstoff und überhaupt an unmittelbar aufnehmbaren Stickstoffverbindungen.

In anderen Fällen wird als Einstreu *Sand* verwendet, wobei man täglich etwa 1 dz Sand je Kopf gibt und zweimal wöchentlich den „Stallmist" aufs Feld fährt, wo er in großen Haufen bis zur Zeit der Stallmistgabe aufbewahrt wird. Je Hektar werden dann etwa 1800 dz einer solchen Mischung an Exkrementen mit Sand oder Erde gegeben[1]. Weil außer der geringen Stallmistmenge, die man je Stück Vieh erhält, in Turkestan außerdem noch zu wenig Vieh gehalten wird, weil die Futterfläche zu beschränkt ist, so herrscht dort schon seit langem scharfer Stallmistmangel. Die Eingeborenen fahren deswegen, in der Suche nach Dünger, alte Wände der Lehmgebäude und Lehmzäune aufs Feld als Material, das eine gewisse Menge an Nitraten enthält. Dann wird einfach „frische" Erde von unkultivierten (unberieselten) Flächen aufs Feld gefahren, weil diese Erde nährstoffreicher ist als der alte kultivierte Boden. Oft wird die Erde, anstatt mit Fuhrwerken aufs Feld gefahren zu werden, mit Wasser gemischt und in das Berieselungsnetz geleitet, um die Arbeit der Schlammverteilung auf dem zu düngenden Feld zu verbilligen[2]. Daraus ist ersichtlich, daß in Turkestan schon seit langem ein großes Bedürfnis nach künstlichen Düngemitteln besteht. Aber die Vorkriegswirtschaft erlaubte nicht, an die Anwendung von Stickstoffdüngemitteln zu denken; die Böden von Turkestan leiden aber gleichzeitig *unter Stickstoff- und Phosphorsäuremangel*. Hieraus ergab sich das Programm: Superphosphat zu Luzerne und anderen Leguminosen zu geben, und die Bindung des atmosphärischen Stickstoffes durch diese Pflanzen zu steigern; den Stallmist aber, den man bei der Verfütterung der Luzerne erhält, der Baumwolle zu geben, gleichzeitig auch Stickstoff und Phosphorsäure der Luzernewurzelreste dadurch auszunutzen, daß man die Baumwolle in der Fruchtfolge nach mit Superphosphat gedüngter Luzerne anbaut. Die Wirkung des Superphosphates auf die Luzerne hat sich sehr anschaulich gezeigt; und dennoch ließ sich vor dem Kriege auf diesem Gebiete nicht viel erreichen[3].

---

[1] Siehe Schröder: Die Kultur der Baumwolle in Mittelasien. 1925.

[2] Siehe Alexandrow: Die Landwirtschaft im Gebiete des Flußes Syr-Darja 1918.

[3] Im Jahre 1914 wurden im Gebiete von Taschkent und Fergana etwa 5000 dz Doppel-Superphosphat (40%) angewendet.

Die Unterbindung der Lieferung von Superphosphat in dieses Gebiet während 10 Jahren erlaubte es nicht, den Versuch der Stickstoffdüngung der Baumwolle unter Mitwirkung der Luzerne fortzusetzen. Heute aber müssen wir bei den veränderten Verhältnissen diesen Weg als ungenügend anerkennen. Es wird nicht nur der Baumwollbau wiederhergestellt, sondern auch weiter ausgedehnt, was vorläufig nicht erlaubt, die Luzernefläche in einem irgendwie bemerkbaren Maße auszudehnen; obgleich die Luzerne eine gute Vorfrucht für Baumwolle ist. Die Art der Stallmistaufbewahrung bei den Eingeborenen ist wieder mit der Rückkehr des größten Teiles des Stickstoffes, der durch die Luzerne aus der Luft gewonnen worden ist, in die Luft verbunden. Gleichzeitig erlauben die in der Technik neu angewandten Methoden der Bindung atmosphärischen Stickstoffes eine Stickstoffdüngung für den halben Preis im Vergleich zum Preise des Chilesalpeters vor dem Kriege bei Lieferung dieses Salpeters nach Turkestan (105 Pf. je kg% im schwefelsauren Ammoniak gegen 210 Pf. für Chilesalpeter früher). Da es aber heute notwendig ist, nicht nur das Sinken der Baumwollerträge zu bekämpfen, sondern sie über das Vorkriegsmaß hinaus zu steigern, um möglichst schnell unsere Textilfabriken mit eigener Baumwolle zu beliefern, so ist es die nächstliegende Aufgabe, in unserem Baumwolle bauenden Gebiet in großem Umfange nicht nur Phosphorsäure — sondern auch Stickstoffdüngemittel anzuwenden.

Man muß im Auge behalten, daß in Turkestan die Eigentümlichkeiten der Böden und Kulturmaßnahmen der Verwendung der künstlichen Düngemittel ihren eigenen Stempel aufdrücken. Die vorherrschende Art der Verwitterung, die oft zu einer alkalischen Reaktion des Bodens führt, das reichliche Vorhandensein löslicher Salze im Boden zwingen zu einer vorsichtigen Anwendung derjenigen Düngemittel, die Laugenreste im Boden zurücklassen können. Die Berieselung kann aber die Anwendung derjenigen Düngemittel stören, deren aktiver Teil nicht vom Boden absorbiert wird und infolgedessen ausgewaschen werden kann, noch bevor ihn die Pflanze ausnutzt.

Auf Grund dieser Überlegungen, die mit der heute in der Technik herrschenden Richtung der Düngemittelherstellung übereinstimmen, muß die Düngung mit Natronsalpeter im Vergleich mit den Ammoniaksalzen in den Hintergrund treten und ebenfalls im Vergleich mit organischen Stickstoffsubstanzen, die als Blutmehl, Hornspäne, Baumwollkuchen und als Gründüngung gegeben werden.

Die *Ammoniaksalze* besitzen im Vergleich mit Salpeter einen doppelten Vorzug. Erstens wird der Stickstoff in dieser Form vom Boden absorbiert und nicht ausgewaschen, während der Salpeterstickstoff sich frei mit dem Wasser fortbewegt und den Pflanzen verlorengehen kann, wenn Wasser im Überfluß angewendet wird. Zweitens lassen die Ammoniaksalze (z. B. das schwefelsaure Ammoniak) nach der Ausnutzung des Ammoniaks durch die Pflanze Säurereste zurück, die in den basenreichen Böden gut neutralisiert werden. Der Salpeter aber läßt alkalische Reste zurück (Soda), welche die in diesen Böden bereits vorhandene Tendenz zur alkalischen Reaktion nur verstärken. Die organischen Substanzen (Blut, Horn) erhöhen die Konzentration der Lösung nicht, sie enthalten weder saure noch alkalische Ingredienzien, die nach der Ausnutzung des Stickstoffes durch die Pflanzen übrigbleiben könnten (nach der Eiweißzersetzung und des Übergangs des Ammoniaks in Salpetersäure). Ihre Gabe ist ebenfalls nicht mit der Gefahr einer vorzeitigen Auswaschung der Stickstoffverbindungen aus dem Boden verbunden. Diese letztere Überlegung versetzt Turkestan in dieselbe Lage wie Japan, das für Kulturen mit künstlicher Berieselung von den käuflichen Düngemitteln die Ammoniaksalze und organische Stickstoffdüngemittel den Nitraten vorzieht.

Außerdem erlaubt die Anwendung der Ammoniaksalze und anderer Ammoniakprodukte eine Herstellung sehr hochprozentiger Düngemittel, was bei der großen Entfernung für Mittelasien ebenfalls von großer Bedeutung ist[1]. In dieser Hinsicht ist das salpetersaure Ammoniak (oder Ammoniaksalpeter, der 35% Stickstoff (gegen 15—16 im Chilesalpeter) enthält, besonders interessant, wenn nur die Technik mit einigen seiner Nebennachteile (wie z. B. der Hygroskopizität) durch geeignete Zusammensetzung der Mischungen fertig wird. Noch mehr Stickstoff hat das Carbamid (synthetischer Harnstoff), das 46% Stickstoff enthält. Der Nachteil dieses Düngemittels besteht in der Schwierigkeit seiner gleichmäßigen Verteilung auf dem Felde (infolge der geringen Mengen, z. B. anstatt 2,25 dz Salpeter nur 75 kg Carbamid). Dies kann eine Überdüngung (oder „Verbrennung") der einen Pflanzen bei Düngermangel der anderen zur Folge haben. Aber dies ist dadurch zu bekämpfen, daß man das Carbamid vor der Düngung gut mit anderen Düngemitteln oder z. B. mit Sand mischt.

Ebenso sind auch unter den phosphorsauren Düngemitteln die hochprozentigen am interessantesten, wie das *Doppelsuperphosphat* und wahrscheinlich auch das *Präzipitat*, weil man es mit einem Material zu tun hat, das nicht an Ort und Stelle hergestellt, sondern von weither gebracht wird. Die heimischen Phosphorite sind für eine fabrikmäßige Verarbeitung auf Superphosphat nach der gewöhnlichen Methode ungeeignet.

Bei Absorption der Oxydationsprodukte verdampften Phosphors durch Kreide nach der Methode von E. W. Brizke entsteht eine Mischung mit einer wasserlöslichen Phosphorsäure von 50—60%. Wird solches „Hyperphosphat" in großen Mengen hergestellt, so kann die Belieferung der baumwollbauenden Gebiete mit Phosphorsäure bedeutend verbilligt werden. Weil nach der Methode von Brizke auch niedrigprozentige Phosphorite verarbeitet werden können, so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, später auch die bedeutenden Lager 14proz. Phosphorite auf der Mangyschlaghalbinsel auszubeuten, wenn man dabei das Erdöl, das an der östlichen Küste des Kaspischen Meeres ebenfalls vorkommt, als Brennmaterial verwenden könnte.

Aber dort, wo man Schwefel gewinnt oder schwefelreicher Boden vorkommt, kann man an eine Anwendung von Schwefelkompost, einer Erde mit Phosphoritmehl, an Stelle des Superphosphates denken. Als konzentrierteste Form der Düngemittel für weite Transporte können *kombinierte* Düngemittel in Betracht kommen, die für den betreffenden Fall unnötige Komponenten gar nicht enthalten (wie z. B. die Schwefelsäure im schwefelsauren Ammoniak). Das erste dieser Düngemittel, die für Mittelasien (Turkestan) von Interesse sind, muß das phosphorsaure Ammoniak sein. Wenn wir das Diammoniumphosphat nehmen $(N \cdot H_4)_2H \cdot P \cdot O_4$, so kann 1 dz dieses Salzes, das 25% Stickstoff und 55% Phosporsäure enthält, fast 4 dz[2] einfaches Superphosphat und $1^1/_4$ dz schwefelsaures Ammoniak ersetzen. Gewöhnlich wird aber eine Mischung von Mono- und Diammoniumphosphat hergestellt, die im Handel den Namen „Ammophos" trägt. Die Versuche von 1928 haben gezeigt, daß für Turkestan die Stickstoffgaben häufig erhöht werden müssen; dann muß zu Ammonphosphat z. B. Ammonnitrat beigegeben werden.

In Zukunft kann die Frage entstehen, ein kombiniertes Düngemittel aus Nitraten und Kaliumphosphat herzustellen. Es wurde allerdings bis jetzt angenommen, daß die Lößböden Turkestans keine Kalidüngung benötigen. Aber daraus folgt noch nicht, daß sie auch in Zukunft eine solche nicht brauchen werden. Die Sache ist die, daß in der Wirtschaft früher mehr Stallmist an-

[1] Solange es an Ort und Stelle noch keine Fabriken zur Nutzung des atmosphärischen Stickstoffes gibt.

[2] Aus den Ober-Kama-Phosphaten wird Superphosphat mit 14proz., in Zitronensäure löslicher Phosphorsäure hergestellt.

gewendet wurde, wodurch dem Boden mehr Kali zurückgeführt wurde als jetzt, wo die Baumwolle 25 %[1] der Saatfläche an Stelle des Getreides, das durch sein Stroh Material für Stallmist lieferte, eingenommen hat; im Stroh ist gerade der größte Teil an Kali enthalten, das durch das Getreide dem Boden entzogen wird. Heute wird dem Boden nicht nur weniger Kali zurückgegeben (weil die Asche der Baumwollstengel regulär dem Boden nicht zurückgegeben wird), sondern auch der Verbrauch des Bodenkalis muß sich erhöhen, wenn wir eine Ertragssteigerung mit Hilfe der Stickstoff- und phosphorsauren Düngemittel erzielen.

Eine ähnliche Tatsache ist von der Versuchsstation Mironowo für den fruchtbaren Schwarzerdeboden, der früher keinen Kalibedarf zeigte, festgestellt worden. Nach zehnjähriger Düngung nur mit Stickstoff und Phosphorsäure anstatt mit Stallmist reagierte die Zuckerrübe scharf auf Kali zum Unterschied von dem früher beobachteten indifferenten Verhältnis.

Heute, mit der Entdeckung der mächtigen Kalilager im Gebiet von Solikamsk, braucht man keine Schwierigkeiten in der Belieferung Turkestans mit diesem Düngemittel in dem Maße, wie es der Boden verbraucht, zu befürchten.

Die *Höhe der Düngergaben* muß den Aufgaben, die wir uns selber stellen, und dem Zustand der Bodenfruchtbarkeit vor der Düngung entsprechen. Ist dieser z. B. so, daß wir ohne Düngung 7,5 dz/ha Rohbaumwolle erhalten, wir aber 15 dz/ha ernten wollen, so müssen wir zur Ergänzung der Ernte mindestens 45 kg Stickstoff geben; in Wirklichkeit etwas mehr, weil der Stickstoff der Düngemittel von den Pflanzen nicht zu 100 % aufgenommen wird. Diese Stickstoffmenge entspricht aber einer Menge von 3 dz Salpeter, 2,25 dz schwefelsaurem Ammoniak oder 6,7 dz Baumwollkuchen. Gibt man weniger, wie bei uns gewöhnlich verfahren wird, so wird auch der Erntezuwachs geringer sein. Eine andere Frage ist, wann und in welcher Form diese Stickstoffmenge gegeben werden muß, und zwar können vor allem die Bodenverhältnisse[2] und die Eigentümlichkeiten der Pflanze[3] dafür sprechen, die Düngung in zwei oder mehreren Gaben zu geben (z. B. einen Teil vor der Saat und einen Teil beim Häufeln) oder für die Gabe eines Teiles als organischer Stickstoff, der es ermöglicht, eine Erhöhung der Konzentration der Bodenlösung und eine zu starke Stickstoffdüngung der jungen Pflanzen zu vermeiden, gleichzeitig aber als Quelle der Stickstoffnahrung für später, wenn die Pflanzen größer werden, dient. In Turkestan wird am häufigsten als solches Düngemittel der *Baumwollkuchen* angewandt, von dem man im Jahre 1,3—1,5 Mill. dz erzeugen kann und der 6,8 % Stickstoff und 2,8 % Phosphorsäure enthält. Aber es ist klar, daß man auf Baumwollkuchen (sogar bei Zusatz von Superphosphat) nicht die Düngung der gesamten Baumwollfläche begründen kann, weil zu wenig Baumwollkuchen vorhanden ist. Wenn der ganze Baumwollkuchen auch nur zur Düngung, und zwar nur zur Düngung der Baumwolle verbraucht würde, so würden auf den Hektar 1,5 dz anstatt der erforderlichen 7,5 dz entfallen. Außerdem ist es vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit aus vollkommen unrichtig, ein derart wertvolles Futter-

[1] Im Mittel für Turkestan; in einzelnen Gebieten aber viel mehr.

[2] Z. B. die Gefahr, die an sich schon bedeutende Konzentration der Salzlösung im Boden zu erhöhen.

[3] So werden die Ammoniaksalze in den verschiedenen Entwicklungsstadien verschieden vertragen. Z. B. verträgt die an Kohlehydraten reiche Kartoffel diese Salze ausgezeichnet, die Keimlinge der Zuckerrübe dagegen, die über einen geringen nVorrat an stickstoffarmer Nahrung verfügen, viel schlechter. Im weiteren Verlauf der Entwicklung beginnt auch die Zuckerrübe die Ammoniaksalze gut zu vertragen. Die physiologische Physiognomie der Baumwolltriebe verlangt in dieser Hinsicht eine ergänzende Untersuchung, ebenfalls eine Erforschung des besonderen Verhaltens des Lößbodens zu den Ammoniaksalzen, zum Harnstoff, zu Cyanamid und zu anderen Düngemitteln.

mittel (das beinahe zur menschlichen Nahrung geeignet ist, wenn es nach dem Entfernen der Hülsen ausgepreßt würde), das über 40% Eiweiß von höchster Verdaulichkeit enthält, als Düngemittel zu verbrauchen, anstatt es an das Milchvieh zu verfüttern. Einige deutsche Autoren berechnen, daß sich der Stickstoff der Futtermittel dreimal so hoch bezahlt macht wie der Stickstoff der Düngemittel. Wenn dieses Verhältnis auf Turkestan auch nicht ganz stimmen sollte, so herrscht dennoch dort kein Futtermittelüberfluß, und der Baumwollkuchen muß durch künstliche Düngemittel ersetzt werden. Muß aber ein Teil des Stickstoffs in Form organischer Verbindungen gegeben werden, so kann dies auch durch die *Gründüngung* erfolgen.

Man kann sagen, daß die billigste Form der Stickstoffdüngung und dabei gerade die für Turkestan geeignetste die *Gründüngung* ist. Nirgends sind die Verhältnisse zur Stoppelsaat derart günstig wie in den Gebieten, die Turkestan ähnlich sind, mit langer Vegetationsperiode und mit Berieselungsmöglichkeit. Zudem ist auch der Lößboden arm an organischen Substanzen und bedarf ihrer Vermehrung, um die physikalischen Bodeneigenschaften zu verbessern und dem Verschlämmen des Bodens infolge der Berieselung (bei dem herrschenden Salzreichtum), das so leicht eintritt, entgegenzuwirken. Im vorhergehenden wurde bereits erwähnt, daß die Urdbohne als Stoppelfrucht eine gute Gründüngung für die Baumwolle darstellt.

Indessen ist hier auch eine große Auswahl anderer Pflanzen möglich. Die Gründüngungspflanzen kann man nach ihrer Frostempfindlichkeit in zwei Gruppen einteilen: 1. Urdbohnen und Phaseolus-Arten werden vom Herbstfrost vernichtet; man muß ihnen Zeit lassen, sich während der frostlosen Periode zu entwickeln; die Winterwicke, Peluschke und der echte Steinklee vertragen den Winter gut und nutzen für ihre Vegetation sowohl den Spätherbst als auch das zeitige Frühjahr aus (Schröder).

Die in Europa für die Gründüngung klassische Pflanze, die *Lupine*, ist in dem baumwollbauenden Gebiet vorläufig noch gar nicht verwendet worden. Es ist möglich, daß das reiche Salzvorkommen und die Neigung der dortigen Böden zur alkalischen Reaktion der Lupine ungünstig sind. Dort aber, wo die Verhältnisse keine Schwierigkeiten bieten, würde die Lupine nicht nur als energischer Stickstoffsammler sondern auch als einer der wenigen Faktoren auftreten, welche die Phosphorsäure der schwer löslichen Bodenverbindungen (und des Untergrundes) in einen aufnehmbaren Zustand überführen können[1]. In dieser Hinsicht kann sie zum Teil nicht nur die Stickstoff- sondern auch die Superphosphatfabrik ersetzen. Nach der Nutzungsart im Herbst und im zeitigen Frühjahr wäre die Lupine (Lupinus luteus und angustifolius) der Urdbohne und Lupinus polyphyllus dem echten Steinklee ähnlich.

Um die Bestellungsarbeit der Stoppelfrüchte, die in die heiße Jahreszeit fällt, zu verkürzen, kann man einen Teil der Fläche mit solchen Pflanzen, die im Frühjahr gesät werden, grün düngen, und zwar entweder 1. zur Düngung die vegetativen Teile solcher Pflanzen unterpflügen, die in der Vollreife geerntet werden, aber große Schoten tragen, die eine Ernte mit der Hand, wobei viel grüne Masse zurückbleibt, ermöglichen. So sind einige Fisolesorten geeignet; 2. anstatt Stoppelfruchtbau zu betreiben, kleinsamige Leguminosen in das Getreide einsäen. Wenn in Europa zu diesem Zwecke Serradella und Hopfenluzerne verwendet werden, so kann die Auswahl der Pflanzen in Turkestan viel größer sein. Außer dem früher erwähnten echten Steinklee und dem persischen Klee kann auch noch die perennierende Lupine als Pflanze mit kleinen Samen als Untersaat bestellt werden.

[1] Siehe weiter oben im Kapitel über die Lupine.

Man kann die Frage aufwerfen, ob die für Wärme anspruchslose perennierende Lupine nicht in bestimmten Gebieten, wo die Herbst- und Winterniederschläge höher sind, beim Anbau ohne Berieselung zur vorhergehenden Verbesserung derjenigen Flächen, die später mit Baumwolle oder mit anderen Pflanzen bei Berieselungskultur bestellt werden sollen, dienen dann; in Turkestan kommt es vor, daß die Berieselungsfläche zur Ausnutzung von Böden, die durch die Kultur noch nicht erschöpft sind, von einer Stelle zur anderen wandert.

Wenn nicht im Frühjahr, so kann die Urdbohne auch bei der letzten Hacke des Maises und der Mohrenhirse usw. untergesät werden.

Was die Gründüngung durch die genannten Pflanzen anlangt (mit Ausnahme der Lupine), so kann natürlich immer der Einwand gemacht werden, daß es vorteilhafter ist, die Grünmasse zuerst durch den tierischen Organismus verwerten zu lassen, welcher den ganzen für die Düngung unnötigen Vorrat an Kalorien in dem verdaulichen Teil des Futters ausnutzt; der ganze Stickstoff aber und die Aschesubstanzen gelangen dabei doch in Form von Stallmist zur Düngung. Aber bei der in Turkestan üblichen Aufbewahrungsmethode des Stallmistes und bei den gegebenen klimatischen Verhältnissen entsteht gerade ein großer Unterschied zwischen der Stickstoffmenge, die im Futter enthalten ist, und der Menge, die schließlich als Stallmist in den Boden zurückgelangt. Außerdem, je weiter das gedüngte Feld vom Hof abliegt, um so mehr kann man an Arbeit sparen, die durch das Ausfahren des Stallmistes entsteht, und um so mehr Vorteile hat man durch die Gründüngung. Jedenfalls zwingen uns der Futterwert des Baumwollkuchens und sein „Marktpreis" dazu, das Unterpflügen der Grünmasse dem Unterpflügen des Baumwollkuchens vorzuziehen.

Unter den gegenwärtigen Verhältnissen, wo die Belieferung Turkestans mit Stickstoffdüngemitteln noch viel zu gering ist, sollte man sich zur Regel machen, Baumwolle nur nach Gründüngung anzubauen (wenn kein Stallmist gegeben wird).

In ihren Grundzügen ist die Wirkung der Gründüngung den Eingeborenen offenbar bekannt. So sind Fälle bekannt, wo die Eingeborenen Reis mit Stengeln der wildwachsenden Glycyrrhiza glabra (aus der Familie der Leguminosen) gedüngt haben oder (ebenfalls zu Reis) Luzerne unterpflügten[1]. Heute aber muß man diese Methode in entsprechender Form beim Baumwollbau mehr einführen.

Es versteht sich von selbst, daß eine Gabe der verschiedenen Nährstoffe auf verschiedenen Böden verschiedene Bedeutung erlangt; für Turkestan siehe die Mitteilungen von Schröder, Buschujew, Alexandrow, Studenow, Kurbatow u. a. in der Zeitschrift „Die Landwirtschaft Turkestans" und in den Berichten der Versuchsstationen in der Zeitschrift Baumwollwirtschaft.

Als eine Methode, den Prozentsatz der Düngerausnutzung zu erhöhen und an Dünger zu sparen, ist die Einzelpflanzendüngung bekannt. Aber die Düngemittel dürfen mit den Samen nicht in Berührung kommen. In Amerika ist die Einzelpflanzendüngung verbreitet, aber unter den turkestanischen Verhältnissen litten die Keimpflanzen dabei oft. Daher die Notwendigkeit, mit dieser Methode vorsichtig zu sein (Schröder).

4. Bodenbearbeitung, Saat, Pflege, Berieselung, Ernte.

Die Bodenbearbeitung zur Baumwolle stimmt dort, wo die Baumwolle ohne Berieselung angebaut wird, überein mit der Bodenbearbeitung zu anderen Pflanzen, die eine Pfahlwurzel ausbilden, d. h. es wird eine Wirkung der erforderlichen Vertiefung der Ackerkrume beobachtet. Dieser Anspruch wird bekanntlich auf Böden mit durchlässigem Untergrund (Schwarzerde, Löß) gemildert. Bei einem Anbau mit Berieselung kommen noch andere Überlegungen hinzu, die mit der Form der Oberfläche zusammenhängen. Je nach der Art der Berieselung wird hier entweder der Damm vermieden — sogar das Hin

[1] Siehe Alexandrow: Die Landwirtschaft im Syr-Daria-Gebiet. 1918.

und Her der gewöhnlichen Pflugfurche verursacht bereits große Unbequemlichkeiten — oder aber umgekehrt, es werden Dämme und Furchen angelegt, die aber bereits so dicht aneinanderliegen, daß auf jedem Damm eine oder zwei Reihen Baumwollsträucher stehen und die Furchen zur Berieselung dienen, so daß jede Pflanze ihre Wurzeln in angefeuchtetem Boden entwickeln kann; unmittelbar kommt sie aber mit dem Wasser nicht in Berührung.

Wir wollen zunächst bei der sartischen Saatmethode auf Beeten (Dschojak), an denen sich ziemlich tiefe Furchen entlangschlängeln (50 cm), stehenbleiben. Diese Tiefe erlaubt es, die Geschwindigkeit des Wasserstromes in den Furchen einzuschränken. Die Beete werden folgendermaßen verteilt. Stellt man sich parallellaufende Linien vor, die sich über das ganze Feld erstrecken und nahezu wagerecht sind, so umgehen die sich schlängelnden Furchen jedes Beet zuerst höher und dann tiefer als die Horizontale zur Mitte des betreffenden Beetes. Die Pflanzen werden an den Beeträndern gepflanzt, so daß jede Pflanzenreihe das Wasser von einer Seite erhält, die Oberfläche des Beetes zwischen den Pflanzen aber unbenetzt und locker bleibt; sie verschlämmt nicht. Neben einer Beetreihe wird eine andere angelegt, so daß die Entfernung zwischen den Furchen an den Stellen, wo sich ihre Biegungen einander nähern, die Entfernung zwischen der Biegung ein und derselben Furche, d. h. die Breite des Beetes, nicht überschreitet. Die Arbeit der Errichtung dieser Beete erfordert je nach dem Bodenzustand 10—15 Arbeitstage je Hektar.

Die Bearbeitung sollte am besten im Herbst beginnen. Folgt Baumwolle auf sich selbst und kommt es vor, daß Schnee auf die Pflanzen noch vor der letzten Baumwollernte fällt, so wird die Arbeit unwillkürlich gänzlich auf das Frühjahr verschoben. Aber auch ohne diese Ursache pflügen die Eingeborenen gewöhnlich im Frühjahr, weil sie im Herbst mit der Baumwollernte und mit anderen Arbeiten beschäftigt sind. Bei der Kultur auf Beeten erfolgt bei der ersten Furche eine möglichst vollkommene Ebnung der vorjährigen Beete, wobei man im Falle einer Herbstfurche das Feld den Winter über ungeeggt liegenläßt; das Feld bleibt über Winter in rauher Furche liegen. Der Pflug der Eingeborenen (Omatsch) ist ein Gerät ohne wendendes Streichbrett (ähnlich wie der Untergrundlockerer) mit einem hölzernen Pflugbaum, an dem Grindel und Pflugsohle befestigt sind, die aus einem einzigen entsprechend gebogenen Holzstück gebildet sind; das symmetrische zweiseitige Schar ist der einzige Metallteil dieses Gerätes — so ist die Urform des Omatsch. Heute trifft man verschiedene Formen an, aber der Grundtyp ist erhalten geblieben; als einer der Gründe, weswegen der Omatsch bis heute noch nicht durch den Pflug verdrängt worden ist, ist offenbar außer der Billigkeit des Omatsch auch noch der Umstand anzusehen, daß bei der Pflugarbeit mit ihm keine Pflugbeete und keine Antrieb- und Ausstreichfurchen entstehen, was bei der Berieselungskultur sehr praktisch ist. Von dieser Seite betrachtet, würden die Wendepflüge für Turkestan großes Interesse besitzen.

Beim zweiten Pflügen wird das Feld mit dem Omatsch in der Querrichtung gepflügt, es folgt die Schleife (ein Brett, das dort „Malà" heißt), es wird Stallmist hinausgefahren und gestreut.

Die Malà ist ein Holzklotz mit zwei Öffnungen, in welche Stöcke geschoben werden, die an das Joch gebunden werden. Um den Druck auf die Oberfläche des Bodens zu erhöhen, stellt sich der Arbeiter auf die Malà, die den Boden ebnen soll. Außer der glatten Malà findet man auch noch eine Malà mit Zähnen („Tisch"malà); diese sind in einer oder zwei Reihen angeordnet, was schon eher an eine Egge oder an einen Skarifikator erinnert.

Nachdem der Stallmist gebreitet ist, pflügen die Eingeborenen noch 2- oder 3mal in verschiedenen Richtungen, indem sie bestrebt sind, so tief wie möglich zu pflügen. Das Endergebnis ist oft nach 5—6maligem Pflügen mit dem Omatsch

ein auf eine Tiefe von 22—26 cm vorzüglich bearbeiteter Boden. In solchem Boden ist es schwer, auch nur irgendwo eine Anhäufung der soeben gegebenen Düngung zu finden, trotzdem die Eingeborenen von ihrem gut zersetzten Stallmist je Hektar nicht weniger als 450 dz oder mindestens 3mal soviel Erde geben.

Zur Herstellung der Beete, zur Hackarbeit und zur Verteilung des Wassers auf dem Felde benutzen die Eingeborenen eine besondere Handhacke, die sog. *Ketmen*, die aus einer zurückgebogenen eisernen Scheibe mit einer an einer Seite scharfen Kante besteht; diese Scheibe wird exzentrisch an einem Holzgriff befestigt[1].

Bevor der erfahrene Landwirt an die Errichtung der Beete herangeht, gibt er mit dem Omatsch die Verteilung der künftigen Berieselungskanäle zwischen den Beeten an; mit Hilfe desselben Omatsch werden auch über das ganze Feld die erforderlichen Zickzacklinien gezogen. Man ist bestrebt, daß das Beet nicht schmäler ist als 90 cm, damit der Graben nicht breiter wird als die Hälfte der Beetbreite, daß der Graben in dem Teil, welcher nahezu wagerecht verläuft, quer zum Gefälle verläuft, und daß endlich die Arbeiter, die mit den Hacken die Beete errichten, genügend Erde zur Verfügung haben, aus der sie Beete von 45—53 cm Höhe und nicht niedriger als 35 cm herstellen können.

Sind diese Beete fertig, so läßt man sie sich nicht allmählich absetzen, sondern man führt das Setzen des Bodens durch Begießen herbei, was immer vor der *Saat* stattfindet[2].

Dabei werden die Samen in Vertiefungen gelegt, die an beiden Seiten der Beete in einer Entfernung von 35 cm voneinander vorgesehen werden, in einer Höhe, die etwas den Wasserspiegel überragt, bis zu welchem das Wasser während der Vorbestellungsberieselung heranreichte.

Die Beete bieten den Vorteil, daß sogar bei starkem Gefälle des Feldes ein langsames Fließen des Wassers erreicht wird. Die Biegungen der Dschojaks sind den Biegungen einer Chaussee oder einer Eisenbahn, die eine gebirgige Landschaft durchschneidet, gleichzusetzen. Dadurch wird ein gutes Durchtränken des Bodens mit Wasser erreicht; sogar bei geringer Anzahl von Querwänden in den Furchen wird die Gefahr einer Ausspülung und Verschleppung der einzelnen Bodenteile vermieden. Außerdem ist der Umstand vorteilhaft, daß die Oberfläche des Beetes zwischen den Pflanzen trocken bleibt, sie wird nicht von Unkräutern überwuchert und bildet keine Kruste (natürlich, wenn kein Regen fällt).

Als großer *Nachteil dieses Systems* aber ist der Umstand anzusehen, daß es weiter die Verwendung einer Drillmaschine und Pferdehacke ausschließt; es ist zur Pflanzenpflege nur Handbearbeitung möglich.

Mit weit geringerer Anstrengung werden dieselben Ergebnisse unter gleichzeitiger Wahrung der Möglichkeit des Pflügens mit Pferden bei gradlinigen Furchen erreicht, falls man das Gefälle durch entsprechende Wahl der Furchenrichtung nicht groß macht. Dann ist entweder eine Saat mit der Drillmaschine auf einem ebenen Felde und ein darauffolgendes Ziehen der Furchen mit einem Häufelpflug zwischen den Reihen möglich oder Dibbelsaat auf den Beeten, die schon vorher mit einem Häufelpflug hergestellt worden sind, falls eine Vorbestellungsberieselung der Furchen notwendig ist, wobei nicht selten 2 Häufelpflüge vereint werden, damit die Furchen parallel laufen. 2 Häufelpflüge werden mit einem gemeinsamen Rahmen und mit einer Deichsel verbunden. Ein Häufelpflug läuft in der schon früher gezogenen Furche und vertieft diese,

[1] Näheres siehe im Aufsatz von Sawtschenko-Belsky: Ketmen usw. Baumwoll-ind. 1924.

[2] Ponjatowsky: a. a. O.

ein zweiter zieht die neue Furche in gleichbleibender Entfernung von der ersten an, die durch die Größe des Rahmens bestimmt wird.

Es sei hier ein Beispiel angeführt, das aus einer Beschreibung eines der wenigen Großgüter im Ferganagebiet entnommen worden ist[1].

Im Herbst (im September oder November) wird mit Sackschen Pflügen gepflügt, nachdem der Boden zuerst durch die Berieselung bis auf eine Tiefe von 15 cm angefeuchtet worden ist. Der Acker bleibt über Winter in rauher Furche liegen. War das Feld mit Baumwolle bestellt, so wird die Bearbeitung in den meisten Fällen auf das Frühjahr verschoben. Die Stengel werden rechtzeitig mit der Hand (zur Heizung) gesammelt, gepflügt wird Ende Februar oder Anfang März ohne Berieselung; hier wird auch ein zweischariger Pflug benutzt. Nach einiger Zeit wird der Stallmist hinausgefahren und zum zweitenmal gepflügt; danach wird geeggt und die Beete werden errichtet (etwa am 1. April). Zu diesem Zwecke benutzt man Häufelpflüge, die 9 cm tief arbeiten, wobei die Furchen in 70 cm Entfernung voneinander gezogen werden[2]; dies wird dadurch reguliert, daß der eine Ochse in der vorhergezogenen Furche läuft, und die Länge des Joches, die den Gang des anderen Ochsen bestimmt, mit der Größe der Zwischenreihen übereinstimmt. Auf diese Weise werden Beete, die nicht höher als 18 cm sind, errichtet, auf denen nach den Querlinien des Markeurs gedibbelt wird; in anderen Fällen wird die Saat mit einer einreihigen Drillmaschine gedrillt; sie kann auch mit einer mehrreihigen Drillmaschine auf einer ebenen Oberfläche des Feldes ausgeführt werden mit nachfolgender Herstellung der Furchen zur Berieselung zwischen den Reihen.

Es wurde auch vorgeschlagen, zur Bearbeitung des Bodens zur Baumwolle den *Lister* anzuwenden, d. h. einen nach zwei Seiten werfenden Pflug, der ähnlich arbeitet wie der Häufelpflug, aber ein kräftigeres und widerstandsfähigeres Gerät darstellt, mit dem auch noch der Untergrundlockerer verbunden wird. Es wird empfohlen, die Bearbeitung des Feldes zur Baumwolle mit Hilfe des Listers folgendermaßen auszuführen. Im Herbst wird das Feld nach der Ernte der Vorfrucht mit dem Lister und Untergrundlockerer in Dämme gepflügt, bei einer Reihenentfernung von 1 m. Die ganze Oberfläche ist dann mit einer lockeren Schicht bedeckt. Verdunstung und Wachstum des Unkrautes werden dadurch herabgesetzt. Bei der zweiten Bearbeitung läßt man den Lister die Reihen entlang so arbeiten, daß an Stelle der Dämme Furchen entstehen und umgekehrt. Dabei wird darauf hingewiesen, daß der Lister bei den angegebenen Entfernungen bis zu 2 Hektar täglich bearbeiten kann, daß also seine Arbeit billiger ist als diejenige des Pfluges. Man kann auch das Pflügen mit einem Sackschen Pflug beginnen und dann mit Hilfe des Listers die Dämme aufwerfen. Die Dämme und Furchen, die von dem Lister aufgeworfen worden sind, können zur Berieselung vor der Bestellung dienen, wobei man nach einer Anfeuchtung der Furchen die Dämme auseinanderpflügen und dadurch die Feuchtigkeit in den neuen Dämmen, die an Stelle der angefeuchteten Furchen errichtet worden sind, besser erhalten kann. Diese Dämme können ferner in Beete mit einer Walze und mit Lockerung der flachen Oberfläche durch entsprechende Geräte verwandelt werden. In anderen Fällen dagegen können die Dämme durch Eggen zerstört werden, wenn man für die Arbeit einer mehrreihigen Drillmaschine eine ebene Oberfläche erhalten will. Als Vorteil der Arbeit des Listers gegenüber dem Pfluge wird der Umstand angesehen, daß er keine Ausstreichfurchen bedingt, die bei der Berieselung unbequem sind.[3]

Stellenweise machen auch die Eingeborenen Versuche, zu einer geradlinigen Saat und zur Pferdehackarbeit mit Hilfe ihres traditionellen Inventars überzugehen. Und zwar, nachdem das Feld gut geebnet worden ist, werden auf ihm mit dem Omatsch nicht tiefe geradlinige Furchen gezogen. In diese Furchen wird mit der Handhacke (Ketmen) gedibbelt; darauf wird zwischen den Reihen je nach Bedarf mit dem Omatsch gelockert, so daß die Baumwolle durch all-

[1] Alexandrow: Andrejewsky Chutor. Taschkent 1902.

[2] Die gegebene Beschreibung bezieht sich auf eine Aussaat im Kreuzverband mit darauffolgender Hacke in der Längs- und Querrichtung.

[3] Siehe Maslennikow: Der Lister als Arbeitsgerät der Baumwollplantagen. Taschkent 1913.

mähliche Behäufelung schließlich auf einem Damm sitzt; zwischen den Reihen kann man Wasser hindurchlassen, indem man die Lockerung mit dem Omatsch zwischen den einzelnen Berieselungszeilen wiederholen kann. Auf diese Weise wird die Handarbeit zur Errichtung der Dschojaks und ein bedeutender Teil der Handarbeit zur Pflege des Wachstums gespart.

Außer der Berieselung mit Hilfe der Furchen findet man in einigen Gebieten bei den Eingeborenen auch eine andere Methode, bei der die Baumwolle auf gut geebnete *Parzellen* gepflanzt wird, die von Bäumen umgeben sind und gleichmäßig bei der Berieselung mit Wasser überschwemmt werden. Eine unerläßliche Bedingung ist dabei vollständige Ausgeglichenheit und horizontale Lage der Berieselungsflächen. Nicht selten wird dabei auch Breitsaat der Baumwolle angetroffen; aber zum Unterschied von den Dschojaks ist hier die Anlage gerader Reihen durchaus möglich, und wenn sie auch durch eine Saat mit Hilfe einer Hacke oder nach dem Markeur (falls es sich um Kleinbetrieb handelt) erreicht werden.

Das Saatgut darf nicht von den späten Ernten herstammen; es muß aus gut entwickelten und gut aufbewahrten Samen bestehen, die eine bestimmte, dem Landwirt bekannte Sorte darstellen. Dieser Anspruch an die Gleichartigkeit und die Echtheit der Sorte wird bei uns in Turkestan fortwährend nicht befolgt. „Unsere örtliche Methode der Samengewinnung von den Baumwollreinigungsfabriken wirkt auf die Gleichartigkeit der Samen zerstörend. Das Aufkaufen der Baumwolle als Rohmaterial ist eben die Wurzel des Übels in der Baumwollkultur. Von besseren Tagen der Baumwollwirtschaft können wir nur träumen, wenn die Hoffnung auf die Errichtung spezieller[1] Baumwollreinigungsfabriken vorhanden ist, in denen jeder sein eigenes Saatgut reinigen kann" (Lubtschenko).

Die Saat erfolgt, wenn die Gefahr der Frühjahrsfröste vorüber ist, bei Eintritt derjenigen Temperaturen, die von den Samen zur Keimung verlangt werden; die Keimung erfolgt recht langsam bei 14° C, bedeutend schneller bei 17—20° C. In Ägypten fällt die Saat in den März, in den nördlichen Anbaugebieten aber wird sie bis Mitte April verschoben (Turkestan). In den Äquatorialländern richtet man sich nach den Regenzeiten, z. B. wird in Brasilien die Baumwolle im Dezember ausgesät und im April geerntet. Die Samen werden nicht selten zur Aussaat *vorbereitet*, z. B. werden sie vorgequollen (in Säcken, die in fließendes Wasser eingetaucht werden) oder manchmal mit Sand gerieben oder in ausgelaugter Asche gewälzt, und zwar dann, wenn sie mit einem Flaum bedeckt sind und leicht Klumpen bilden, was die Arbeit der Drillmaschine erschwert. Eine besondere Düngung der Samen, wie sie an einigen Stellen üblich ist, ist nicht nötig; es ist besser, für die Düngung des Bodens zu sorgen.

Die Baumwolle wird vorzugsweise entweder *gedrillt* oder *gedibbelt* (bei den Eingeborenen kommt auch Breitsaat vor). Die Drillsaat erfolgt mit Drillmaschinen. Die Dibbelsaat erfolgt meistens mit der Hand (Turkestan). Je nach der Sorte und folglich je nach der mehr oder weniger großen üppigen Entwicklung der Pflanzen und ebenfalls je nach der Fruchtbarkeit und Feuchtigkeit des Bodens wird die Baumwolle in verschiedener Entfernung angebaut. So weisen die amerikanischen Ergebnisse manchmal auf mittlere Reihenentfernungen von 120 cm und Entfernungen zwischen den Pflanzen in den Reihen von 50—70 cm hin. Weil sich die Pflanze in Turkestan weniger üppig entwickelt, so wird sie nicht selten dichter gesät, als diese Normen angeben. In der Hungersteppe erhielt man den höchsten Ertrag bei 1 m Reihenentfernung und bei 35 cm

[1] Hier sind Fabriken gemeint, die nicht ein solch großes Arbeitsfeld haben wie heutzutage.

Entfernung zwischen den Dibbelstellen bei 3 Sträuchern in einer Dibbelstelle (Buschujew). Für Taschkent erwies sich eine noch größere Dichte als vorteilhaft (Schröder). Außer dem Klima übt auch die *Fruchtbarkeit des Bodens* einen Einfluß auf die Pflanzenzahl aus. Je ärmer der Boden ist und je schlechter sich die Pflanzen entwickeln, um so dichter müssen die Pflanzen stehen und umgekehrt. Auf fruchtbarem Boden müssen die kräftigen Pflanzen verhältnismäßig weiter stehen. Entsprechend der Veränderung der Entfernungen ändert sich die *Aussaatmenge* ebenfalls in weitem Umfange. Mit der Drillmaschine werden 45—60 kg je Hektar ausgesät, bei Dibbelsaat auf Beeten steigen diese Mengen bis auf 90—105 kg; in Turkestan wird bewußt eine zu große Samenmenge in jede Dibbelstelle gelegt, um den Pflanzen den Kampf mit der Kruste zu erleichtern. Die Samen werden *flach untergebracht*, nicht im Verhältnis zu ihrer Größe, nicht tiefer als auf 4,5 cm (auf mehr oder weniger bindigen Böden auf 2,5 cm), weil andernfalls die Keimlappen nicht an die Oberfläche gelangen und der Keimling umkommt[1].

Die Pflege der Baumwolle. Bei genügend hoher Temperatur (etwa 17 bis 20° C) laufen die Samen am 7. Tage auf; bei niedrigeren Temperaturen aber läuft die Saat erst nach 17 Tagen auf. Während einer solch langen Periode kann sich eine Kruste bilden und der Boden sich mit Unkraut bedecken. Infolgedessen besteht die erste *Pflege*maßnahme bei der Baumwolle bei glatter Bodenoberfläche im *Eggen* des Feldes vor dem Auflaufen der Saat mit leichten Eggen, solange die Triebe noch nicht nahe an der Bodenoberfläche sind.

Bei der Baumwollkultur auf Dschojaks greifen die Eingeborenen, wenn sich eine Kruste in solchem Augenblick gebildet hat, indem man durch das Hacken die keimenden Samen beschädigen kann, manchmal zur Berieselung, um die Kruste in der Nähe der keimenden Pflanzen aufzuweichen.

Je nach der Entwicklung der Pflanzen wird das Feld mehrere Male *gehackt*. In Amerika und auf unseren größeren Wirtschaften erfolgt das Hacken mit Hackmaschinen; die Eingeborenen hacken mit der Hand. In Amerika wurde früher oft eine *Methode der Reihenebnung* angewendet; die darin bestand, daß die überflüssigen Pflanzen an beiden Seiten jeder Reihe mit dem Pfluge weggepflügt wurden. Dies geschah zu dem Zweck, die Pflanzenstreifen zu verengen und auszugleichen, weil sie bei unvollkommener Reihensaat manchmal unregelmäßig stehen; die Pflanzenreihen bekommen dadurch eine Breite von 2—3 Pflanzen. Gleichzeitig wird auch eine Lockerung des Bodens erzielt. Aber mit der Verbreitung vollkommenerer Drillmaschinen hat diese Maßnahme ihre Bedeutung verloren. Eine gewöhnliche Pflegemaßnahme besonders bei Dibbelsaat ist das *Vereinzeln* der Pflanzen, das dann ausgeführt wird, wenn man die stärksten Exemplare feststellen kann. Dabei läßt man in jeder Dibbelstelle, um sämtliche Stellen mit Pflanzen zu versehen, entweder je zwei (in der Absicht, daß sie sich nicht bedeutend einengen) oder je ein Exemplar stehen. In Turkestan erfolgt das Vereinzeln mit der Hand (bei Dibbelsaat); in Amerika werden bei Reihensaat zu diesem Zwecke manchmal besondere Pferdegeräte benutzt, die z. B. aus einem unvollständigen Kreis bestehen, der quer zur Fortbewegungslinie rotiert, mit dessen Hilfe auch ein Teil der Pflanzen entfernt wird[2].

Aber häufiger als die Längsarbeit eines Gerätes in einer Reihe wird die Querbewegung einer Hackmaschine durch alle Reihen angewendet, wie auch

[1] Über spezielle Geräte für den Baumwollbau siehe in den speziellen Abhandlungen von Mak-Lub.: Z. Baumwollwirtsch. 1924. — Sokurow: ebd. 1926. — Schelesnow: 1927 u. a. m.

[2] Siehe Abbildung bei Semmler: Tropische Landwirtschaft.

beim Vereinzeln der Zuckerrüben mit Hilfe einer mehrreihigen Pferdehacke. Das endgültige Vereinzeln erfolgt aber dennoch mit der Hand, wodurch nicht nur die Entfernung zwischen den Pflanzen in der Reihe sondern auch die Zahl der Pflanzen in einer Dibbelstelle bestimmt wird.

In Turkestan ist es üblich, je 3 Pflanzen in einer Dibbelstelle zu belassen. Die Versuchsergebnisse sprechen dafür, daß bei der üblichen Verteilung der Dibbelstellen hierdurch größere Erträge erzielt werden als durch das Stehenlassen nur einer Pflanze: So erhielt Schröder folgende Zahlen:

Entfernungen zwischen den Dibbelstellen (Reihenabstand 1 m)		
in cm	Ernte je Strauch %	Ernte je Hektar %
18	100	100
35	146	73
53	183	61

Zahl der Pflanzen in einer Dibbelstelle	1	2	3
Ernte je Strauch	100	121	165

Die Entfernung in der Reihe übte nebenstehende Wirkung aus.

Nach den Mitteilungen von Buschujew entsteht der größte Unterschied zwischen der ersten und der zweiten Pflanze in der Dibbelstelle; die zweite und dritte Pflanze bringen ähnliche Resultate. Schematisch führen die Angaben zu folgendem. Der Ertrag jeder Pflanze sinkt bei ansteigender Pflanzenzahl in der Dibbelstelle von 1 bis auf 3 Pflanzen im Verhältnis 2:1,5:1; folglich verhält sich die Gesamternte (das Produkt aus der Multiplikation mit der Gesamtanzahl der Pflanzen) wie 2:3:3[1]. Es wäre interessant, diese Versuche durch einen Vergleich mit dem Ertrag einer gleichen Pflanzenzahl, wie z. B. von 3 oder 2 Pflanzen je Dibbelstelle zu ergänzen, die aber regelmäßig in der Reihe verteilt wären.

Die *Bearbeitung zwischen den Reihen* wird je nach Bedarf wiederholt, d. h. je nach dem Festwerden des Bodens und je nach dem Wachstum der Unkräuter (besonders hartnäckig sind Sorghum halepense und Convolvulus arvensis), außerdem kommen gewöhnlich noch vor: Setaria viridis, Cynodon dactylon, Sonchus arvensis. Die Lockerung darf nicht zu tief sein, jedenfalls nicht in der Nähe der Pflanze, um das Wurzelsystem nicht zu beschädigen. So wurde beobachtet, daß eine Vertiefung der Hackarbeit über 9 cm und sogar schon bei 4,5—6,5 cm in der Nähe der Pflanze selbst eine bedeutende Wurzelzahl beschädigt. Es folgt ein Beispiel aus den Ergebnissen von Buschujew (1911):

	1	2	3	4
Hacken	flach	flach	tief	tief
Häufeln	flach	tief	flach	tief
Ertrag an Rohprodukt dz	17,4	13,9	13,3	12,6

Das Häufeln ist an sich nicht unbedingt notwendig, weil für die Baumwolle die Lockerung des Bodens, wenn sie nicht berieselt wird, vollständig genügt; aber das Furchenziehen steht gewöhnlich mit der Berieselung in Verbindung, und die Furchen muß man aber reparieren, wodurch der Bearbeitung zwischen den Reihen der Charakter einer Behäufelung auf dem Berieselungsfeld verliehen wird.

Ebenso muß man auch im weiteren Verlauf die Furchen, die bei der Hackarbeit zerstört worden sind (besonders bei einem Hacken in der Querrichtung) erneuern. Man ist bestrebt, alle Pflegemaßnahmen bei der herangewachsenen Baumwolle nicht in den Stunden des höchsten Turgors auszuführen (folglich

[1] Bericht aus dem Jahre 1912.

nicht morgens). Je nach dem Herannahen der Blütezeit und dem Zusammenschließen der Reihen werden die Arbeiten auf den Plantagen beendet.

Eine weitere gewöhnliche (besonders in Turkestan) Maßnahme ist die *Berieselung* der Baumwolle. Sie erfolgt gewöhnlich in mehreren Arbeitsgängen und muß zur Zeit der Blüte beendet sein, weil sonst die durch sie hervorgerufene Bildung neuer Triebe und Blüten zur Verlängerung der Reifezeit führt, was vor allem für Gegenden mit kurzem Herbst ungünstig ist (an der Nordgrenze des Anbaugebietes).

In Turkestan vermeidet man gewöhnlich eine Berieselung während der Zeit, in welcher die jungen Pflanzen Wurzel fassen, weil man dadurch keine oberflächliche Bewurzelung sondern eine möglichst starke Vertiefung der Hauptwurzel in den Boden, die nach Feuchtigkeit sucht, erreichen will. Während dieser Zeit beschränkt man sich auf eine Lockerung; man wiederholt die Berieselung nur dann, wenn deutliche Merkmale eines Wassermangels bei den Pflanzen auftreten. Nach der Berieselung wird in dem Augenblick, in welchem die erforderliche Feuchtigkeit erreicht worden ist, der Boden wieder gelockert.

Durch Versuche in der Hungersteppe wurden folgende Ergebnisse für die Häufigkeit der Berieselung während des Wachstums der Baumwolle und für ihre Einwirkung auf den Faserertrag erhalten.

Die Zahl der Berieselungen			Ernte an Rohprodukt in dz
vor der Blüte	während d. Blüte	während d. Reife	
2	1	0	10,0
2	0	1	5,5
2	2	1	12,0
2	3	2	15,0
2	4	0	16,6
2	4	2	11,4

Gewöhnlich ist in Turkestan die Berieselung nach dem 22.—25. August unerwünscht.

In Amerika hält man es in den Berieselungswirtschaften für besser, die Baumwolle jedesmal nur über eine Reihe zu berieseln, weil man annimmt, daß bei dem auf die Berieselung folgenden Hacken unbedingt ein Teil der Baumwollwurzeln beschädigt wird. Beim Abwechseln der Berieselungsreihen aber und folglich auch beim Abwechseln der Bearbeitung zwischen den Reihen hat die Pflanze Zeit, die Beschädigungen wieder auszuheilen, und auf diese Weise ist immer wenigstens eine Seite des Wurzelsystems gesund.

Für die Berieselungsmenge, d. h. die Wassermenge je Hektar im Laufe der ganzen Berieselungsperiode, stellte sich heraus, daß die Bevölkerung bei der unbeschränkten Benutzung des Wassers geneigt ist, die Grenze, über welche hinaus bereits eine herabdrückende Wirkung der Feuchtigkeit einsetzt, zu überschreiten.

Nach den Mitteilungen der Hydroabteilung der Versuchsstation der Hungersteppe wird diese Grenze bei 3200 bis 10000 cbm je Hektar erreicht. Nebenstehend ein Beispiel aus den Versuchen des Jahres 1913.

Berieselungsmengen cbm	Ertrag an Rohprodukt dz/ha	auf 1 cbm entfallen kg
768	29,4	4,2
1728	30,9	1,9
3072	34,8	1,3
5464	30,7	0,06
7280	29,8	0,04

Von den Berieselungsmethoden liefert die Überschwemmungsmethode schlechtere Ergebnisse als die Berieselung mit Hilfe von Furchen, wobei die Dschojaks bei den Versuchen in Andishan (1913) bessere Ergebnisse brachten als die geradlinigen Furchen[1].

Manchmal schneidet man die oberen Spitzen der Pflanzen ab oder man bricht sie ab, um den Fruchtansatz zu verstärken und die Reifeperiode zu verkürzen.

[1] Siehe KONDRASCHEW: Das Wasser in der Berieselungswirtschaft. 1921. — Siehe ebenfalls KONDRASCHEW: Berieselungswirtschaft der Chiwa-Oase. 1916.

Nach den einen Ergebnissen kann diese einfache Methode, die in Rußland oft als „Prägen" bezeichnet wird, tatsächlich gute Ergebnisse nicht nur hinsichtlich der Beschleunigung der Entwicklung geben, sondern auch im Sinne der Ertragssteigerung besonders auf solchen Feldern, wo sich die Saat verspätet hat und bei spätreifen Sorten. Aber eine günstige Wirkung wird nur in dem Falle beobachtet, wenn man das „Prägen" nicht zu früh und nicht zu spät ausführt. Am besten macht man es, wenn die allerersten Blüten erscheinen (Buschujew). Nach anderen Beobachtungen aber, die sich auf ein nördlicheres Gebiet des Baumwollbaues beziehen, soll das Prägen eine zweifelhafte Methode sein (Schröder).

Die Baumwolle *blüht* (unten beginnend) etwa 2—$2^1/_2$ Monate nach der Saat. In Turkestan, wo die Saat, wie gesagt, Ende April stattfindet, erfolgt infolgedessen die Blüte anfangs Juli. Die Reife der unteren Kapseln erfolgt 40—50 Tage nach der Blüte[1]. Die folgenden Blüten bringen nach einem größeren Zeitraum Früchte, weil jetzt bereits die Temperatur niedriger ist; die späteren Blüten aber haben schon gar keine Zeit mehr, Kapseln zu bilden. Die Periode des Fruchttragens der Baumwolle dehnt sich über mehrere Monate aus (bis zu vier); aber in Turkestan ist sie kürzer. Bei der *Reife* verlieren die Kapseln ihre grüne Farbe und werden, indem sie langsam austrocknen, gelb und braun; sie zerspringen in ihren Nähten, wobei sich ihre Schließvorrichtungen nach außen auseinanderbiegen und dadurch einen freien Zutritt zu den Samenfasern gewähren. Die Fasern werden frei und hängen bis zu einem gewissen Grade über die Kapseln herab. Dies eben ist der gegebene Erntezeitpunkt. In dieser Art wird die Reife aber nur bei der amerikanischen Baumwolle beobachtet; bei den asiatischen Sorten zerspringen die Kapseln zwar auch, aber ihre Schließvorrichtungen öffnen sich nicht und die Fasern werden nicht befreit; deswegen wird die Faser nicht vom Wind herausgeblasen wie bei den amerikanischen Sorten. Hierdurch werden die *Erntemethoden* der verschiedenen Sorten bestimmt. Bei der amerikanischen Baumwolle wird die Faser zusammen mit den Samen aus den Kapseln einfach mit der Hand herausgenommen und dies in mehreren Abschnitten je nach der Reife. Bei den asiatischen Sorten dagegen werden zuerst die Kapseln gesammelt und erst später wird auf die eine oder andere Weise unter Zerstörung der Kapseln auch die Faser gewonnen[2], wobei man sich mit der Ernte nicht so zu beeilen braucht wie bei der amerikanischen Baumwolle und sie in einem Arbeitsgang ausführen kann.

Die Ernte der Baumwolle verursacht viel Arbeit. Deswegen wurde in letzter Zeit in Amerika versucht, diese Arbeit zu *mechanisieren*, weil sie die größten Ausgaben bei den allgemeinen Unkosten der Baumwollkultur ausmacht. Aber die zu diesem Zweck konstruierten „Baumwollschlitten" sammeln alle Kapseln unabhängig von ihrer Reife. Auf diese Weise wird der Wert der Ernte durch die Zumischung unreifer Fasern herabgesetzt. Außerdem zerschlagen die Maschinen, mit denen später die Kapseln von der geernteten Baumwolle entfernt werden, die Reste der Stengel, auf denen die Kapseln gesessen haben, und die Baumwolle wird verunreinigt („gepfeffert"). Aber außer diesen „Schlitten" sind auch andere Maschinen vorgeschlagen worden, welche die Faser aus der Kapsel herausziehen, solange die Kapsel noch am Strauch sitzt, entweder durch Einsaugen (pneumatische Maschinen von Turmang) oder durch Aufwickeln auf eine Spule (Maschine von Berry). Aber der Typ der bequemen Erntemaschine ist noch nicht endgültig festgelegt.

---

[1] Oder etwa $3^1/_2$—4 Monate von der Saatzeit an gerechnet.

[2] Es gibt eine besondere Maschine zum Brechen der Kapseln der asiatischen Baumwolle.

Die Maschinen, welche die ganzen Kapseln ernten, können sehr bequem bei der Ernte der asiatischen Baumwolle verwendet werden, weil man in diesem Falle eine vollere Reife der gesamten Ernte abwarten kann, ohne Gefahr zu laufen, die Faser aus den Kapseln der zuerst reif gewordenen Pflanzen zu verlieren.

Die geerntete Faser, besonders solche, die von einer späten Ernte stammt und infolgedessen feuchter ist, wird gewöhnlich unter einem Dach oder sonst irgendwo anders getrocknet, wonach sie (teilweise auch schon bei der Ernte selbst) sorgfältig ihrer Qualität nach sortiert wird. Danach geht man an die *Entfernung der Samen*. In Turkestan benutzte man früher zu diesem Zwecke den sog. *Tschigrik* oder Chaladshi, eine primitive Maschine, die aus zwei rotierenden Walzen besteht, die übereinander in wagerechter Lage angebracht sind. Die untere Walze wird durch einen Griff in Bewegung versetzt, die obere erhält eine umgekehrte Drehrichtung durch ein schraubenähnliches Gewinde. Die Samen werden mit der Faser an die rotierenden Walzen herangehalten, dabei werden die Fasern von den Walzen hindurchgezogen, während die abgerissenen Samen nach unten fallen. Aber die Leistungsfähigkeit einer solchen Arbeit ist sehr gering. In den Baumwollreinigungsfabriken werden die Samen mit den vollkommeneren *Gin-Maschinen*[1] abgetrennt. Sie sind verschiedener Art (sägeartig, rollenartig, kammartig usw.). Meistenteils bestehen sie aber aus einem rotierenden Zylinder mit aufgesetzten sägeförmigen Scheiben und aus einem Gitter, das über dem Zylinder angebracht ist. Das Gitter besteht aus Metallstäben, die parallel zueinander so angebracht sind, daß durch die Zwischenräume nur Fasern, aber nicht Samen hindurchdringen können. Die Arbeit erfolgt folgendermaßen. Die Baumwolle wird auf das Gitter gelegt, die Scheiben, die darunter rotieren, erfassen mit ihren Zähnen die Fasern und reißen sie heraus, die Samen aber bleiben auf dem Gitter und rollen, von der Faser befreit, herab. Die abgetrennte Faser wird verpackt, indem sie mit Hilfe hydraulischer Pressen stark gepreßt wird.

Die *Erträge* der Baumwolle betrugen in Turkestan früher im Durchschnitt des gesamten Gebietes 3—3,7 dz reine Faser je Hektar. Heute aber sind sie auf 2,4—2,5 dz gesunken, weil die starke Verbreitung der Baumwollfläche an Stelle einer Steigerung der Düngergaben eine Verminderung der Stallmistmenge im ganzen Gebiet zur Folge hatte, ohne Ergänzung (bis zur heutigen Zeit) des Stallmistmangels durch die erforderliche Menge Kunstdünger.

Indessen sprechen die Ergebnisse der Versuchsstationen für die Möglichkeit einer bedeutenden Ertragssteigerung, wenn man außer der Ausnutzung der natürlichen Verhältnisse von Turkestan (Wasser und Sonne) auch noch Kunstdünger und die erforderlichen Maßnahmen für Bearbeitung und Pflege der Baumwolle anwendet (20—21 dz Rohmaterial oder 6—6,3 dz/ha Faser, die im Jahre 1912 auf dem Versuchsfelde Aschabad erzielt wurden).

In Amerika sind die Erträge in den Kulturen ohne Berieselung niedriger als unsere; sie betrugen vor dem Kriege 2,2 dz/ha. Nach dem Kriege, vor allem um das Jahr 1920 herum, sanken sie bis auf 1,5 dz/ha, infolge der Verbreitung des Anthonomus grandis.

Zur Beurteilung der möglichen *Höchsterträge* wollen wir einige Berichte über Erträge anführen, die in Amerika bei Wettbewerben um eine Prämie für die höchste Ernte erzielt wurden.

Im Jahre 1927 fiel die erste Prämie einem Farmer zu, der eine Ernte von 46,6 dz Rohmaterial, oder 14,4 dz reine Faser je Hektar bei einer Anbaufläche von 3 ha erhielt. Die zweite Prämie wurde einer Ernte von 12,6 dz Faser, die

[1] Näheres siehe bei Semmler: Tropische Landwirtschaft. — Schachnasarow: Die Baumwolle. Enzyklopädie von Devrient. — Bei Gnesin: Die Baumwollreinigung. Turkestan 1913.

dritte für eine Ernte von 10,9 dz erteilt. Im ersten Falle 14,4 dz war die Ernte 9mal so hoch wie die Ernte des betreffenden Jahres im ganzen Lande.

Ohne auf die wirtschaftliche Seite einzugehen, die von der Rentabilität der Ertragssteigerung bis zu einem gewisse Grade eingeschränkt wird, wollen wir nur bemerken, daß die angeführten Beispiele auf jeden Fall von einer großen Elastizität und Unregelmäßigkeit der Erträge der Baumwolle und einer Möglichkeit der Verbesserung der Wachstumsverhältnisse zeugen.

Es sei daran erinnert, daß, wenn wir unsere Erträge von 2,4—2,5 dz nur auf 3,5 dz je Hektar erhöhen, wir bei der gegenwärtigen Lage der Textilindustrie und bei der gegenwärtigen Ausdehnung der Anbaufläche unsere Fabriken mit genügend Rohmaterial versehen könnten und keine Baumwolle im Auslande zu kaufen brauchten.

5. Die Nutzung der Samen.

Der Ertrag an Rohmaterial besteht zu zwei Drittel aus *Samen*. Die Frage nach ihrer richtigen Verwendung besitzt nicht nur eine wesentliche Bedeutung im Sinne der Erzielung einer höchsten Rente von der Ernte sondern auch im Zusammenhang mit der Rückführung der Nährstoffe in den Boden, deren größter Teil gerade durch die Samen ausgeführt wird.

Die Samen bestehen aus einer rohfaserreichen Schale, die gewöhnlich von einem Flaum bedeckt ist, und aus einem Kern, der Eiweiß, Fett und Kohlehydrate enthält und wenig entwickelte Zellwände besitzt. Das Verhältnis zwischen Schale und Kern ist aus folgenden Zahlen ersichtlich:

	Kern %	Schale %
Amerikanische Baumwolle . . .	52,3—57,6	42,4—47,7[1]
Asiatische Baumwolle	47,8—50,7	49,8—52,2

Die *Schale* ist in ihrem Futterwert ein wenig wertvolles Material, ähnlich dem Stroh, der *Kern* dagegen eine hochkonzentrierte Konserve von Eiweiß und Fett, die wegen der Armut an Rohfaser nicht nur für die Ernährung der Tiere sondern auch der Menschen Interesse besitzt, soweit man ein Fehlen schädlicher Substanzen garantieren kann. Deswegen ist es vorteilhaft, bei der Verarbeitung den Kern von der Schale zu trennen.

Außerdem ist die Schale gewöhnlich von einem Flaum bedeckt, der sich von der Schale sowohl seiner Zusammensetzung nach (Zellulose) als auch seinem Bau nach (zarte, wenn auch kurze Fasern) unterscheidet. Dieser Flaum besitzt Wert in abgetrenntem Zustand (wenn auch einen geringeren als die Baumwollfaser selbst); gerät er aber mit der Schale in den Baumwollkuchen, so setzt er den Futterwert des Kuchens herab, weil er die Schleimhäute des Darmes der Tiere reizt und entzündet.

Bei richtiger Organisation werden die Samen infolgedessen in 3 Teile mit verschiedener Bedeutung eingeteilt; 1. in den Kern, 2. die Schale, 3. die kurze Faser.

Der Kern dient zur Gewinnung von Öl und von Baumwollmehl. Führt man die erwähnte Einteilung nicht durch, so entsteht ein Kuchen, der durch Rohfaser bedeutend verunreinigt ist und sich nur zu Viehfutter eignet, dabei nach einem ganz anderen Maßstabe bewertet wird als der Kuchen, der aus gereinigten Samen gewonnen wird. Es folgt ein Beispiel der verschiedenen *Zusammensetzung des Baumwollkuchens* je nach dem Reinigungsgrad des Materials:

[1] Hoffmeister: Über die Ausnutzung der Baumwollsamen in Mittelasien, S. 22.

Nummer des Kuchens	1 %	2 %	9 %	10[1] %
Eiweißgehalt	26,1	28,1	42,8	44,2
Gehalt an Schalen	29,5	25,6	7,3	6,9

Bei richtiger Handhabung der Samenverarbeitung erscheinen folgende Maßnahmen als wesentlich:

Die von groben Beimischungen durch Siebe, Ventilatoren, Magnete usw. gereinigten Samen gelangen in eine Maschine, die ihrer Einrichtung nach dem Gin ähnelt, die aber feinere Sägezacken besitzt; diese Säge trennt die kurze Faser ab (diese Maschine heißt „Linter"). Die abgetrennte Faser wird zu großen Ballen zusammengepreßt und dient zum Ausstopfen von Möbeln, warmen Kleidungsstücken und auch zur Herstellung von Kunstseide und Pyroxylin. Weiter kommen die Samen in eine Maschine, die den Zweck hat, die Schale vom Kern zu trennen (in der Fabrikmundart „Huller"). Dieses wird durch Schroten und durch Absieben der Schalen von den Kernen erreicht.

Die *Schale* hat folgende *mittlere Zusammensetzung*:

Eiweiß %	Extraktstoffe %	Rohfaser %	Fett %	Asche %	Wasser %
4,2	34,2	45,3	2,2	2,7	11,3

Nach dem hohen Rohfasergehalt steht dieses Material dem Roggenstroh nahe, nach dem Eiweißgehalt dem Stroh der Sommergetreidearten.

Werden die Schalen durch weiteres Pressen in Briketts verwandelt, so stellen sie ein bequemes Heizmaterial dar (3840 Kalorien).

Weiter werden die Kerne auf Walzen zerkleinert und gelangen dann in eine Röste, in der sie bis auf 107—112° C erwärmt werden unter ständigem Umrühren, um ein Anbrennen zu vermeiden. Der geröstete Brei wird in „Servietten" aus Kamel- und Schafhaar eingewickelt und unter die hydraulische Presse gebracht.

Der *Baumwollkuchen* wird nach der Abkühlung entweder in Plattenform verpackt oder er wird zuerst geschrotet und gemahlen. Kuchen und Mehl aus gereinigten Samen haben im Durchschnitt folgende Zusammensetzung:

Eiweiß %	N-freie Extraktstoffe %	Fett %	Rohfaser %	Asche %	Wasser %
43,3	22,2	13,4	5,4	7,0	8,5

Auf diese Weise enthält dieses Material nicht nur 2mal soviel Eiweiß wie Fleisch, ebensoviel Kohlenhydrate als die Kartoffel, mehr Fett als das Fleisch, und die Kartoffel. Es könnte ein *wichtiges* sogar ein wertvolles *Nahrungsmittel* sein, wenn man in ihm endgültig das Fehlen schädlicher Substanzen feststellen würde.

Solche Substanzen werden in geringen Mengen in den Baumwollsamen Amerikas angetroffen; ihr Vorkommen in Turkestan wurde bis jetzt aber noch nicht beobachtet. Nach MARCHLEWSKY wird die schädliche Wirkung dann beobachtet, wenn die Samen Gossypol enthalten. Dies ist eine Kristallsubstanz aus der Gruppe der Phenole, die in gewöhnlichem Äther (aber nicht in Petroläther), in Spiritus, Benzol und Chloroform löslich ist.

Das Gossypol kann man in den Samen nicht nur durch chemische Analyse feststellen; eine Betrachtung der Schnittflächen bei geringer Vergrößerung kann seine Ablagerung in Form gelbbrauner Flecken zeigen[2].

[1] Nach HOFFMEISTER a. a. O.

[2] Siehe IWANOW: Landwirtschaft und Forstwirtschaft. August 1916.

In Amerika wird der Baumwollkuchen weder an Schweine noch an Jungvieh anderer Gattungen verfüttert; es wird empfohlen, an Kühe nicht mehr als 2 kg täglich zu verfüttern. In Turkestan dagegen wird dieser Kuchen an das Hornvieh in Mengen von 6—6,5 kg täglich verfüttert, ohne daß man eine schädliche Wirkung beobachten könnte. Außerdem wurden mit den gleichen Mengen Mehl aus Baumwollkuchen Fütterungsversuche mit Milchkühen in Moskau (Versuchswirtschaften Butyrki und Petrowsko-Rasumowskoje) angestellt. Es wurden auch Versuche mit Schweinen und Pferden gemacht, wobei schwerarbeitende Pferde sogar bis zu 4 kg je Tag (was gar nicht nötig ist) erhielten. Es wurden keinerlei Feststellungen über das Vorhandensein schädlicher Substanzen gemacht. Im Aufsatz von P. A. Rauschenbach kann man in bezug auf diese Versuche folgende Folgerungen finden: „Das Baumwollmehl ist für Turkestan eine ebensolch goldene Valuta wie die Baumwolle selbst" und deswegen ist die Verwendung eines solchen wertvollen Eiweißfuttermittels zur Düngung unzulässig[1].

Das *Öl* läßt man nach dem Herauspressen abstehen oder es wird filtriert, um die trübenden Teile zu entfernen. Es bildet eine dicke Flüssigkeit von rotbrauner Farbe; nur bei kaltem Pressen ist die Farbe manchmal heller.

Gewöhnlich wird das Öl zu Speisezwecken noch gereinigt, wobei die freien Säuren, die Eiweiß- und Farbsubstanzen entfernt werden. Zu diesem Zweck wird in das auf etwa 40° C erwärmte Öl eine Lösung von Ätznatron eingelassen und durchmischt. Nach einer halben Stunde fallen die Natronsalze der Fettsäuren aus (Seife). Die Farbe des abgestandenen und abfiltrierten Öles wird gelb.

Der Niederschlag der Natronseife (Soapstock), der bei der Reinigung des Öles gewonnen wird, führt einen Teil unzersetztes Fett mit sich; deswegen unterwirft man ihn einer ergänzenden Verseifung und einer Reinigung von Beimischungen, um die sog. „Soapstock-Seife" herzustellen (eine Bezeichnung, die an sich unzulässig ist, weil Soap an sich schon auf englisch Seife heißt).

Das gereinigte („raffinierte") Öl kann beim Stehen in der Kälte einen Niederschlag schwer schwimmender Glyzeride der Stearin- und der Palmitinsäure ausscheiden. Dies wird dadurch erreicht, daß man das Öl in Behältern bei einer Temperatur von 6—7° C stehenläßt, wobei der flüssige Teil unter dem Namen „Winteröl" verkauft wird, oder dadurch, daß man das Öl auf 3—4° abkühlt und dann zentrifugiert (in der Fabrikmundart heißt dieser Prozeß „Demarganisation" anstatt „Demargarinisation").

Das Baumwollöl gehört zu den *halbtrocknenden Ölen*. Es setzt sich hauptsächlich aus den Glyzeriden von 4 Säuren zusammen: Stearinsäure, Palmitinsäure (gesättigt), Oleinsäure und Linolsäure (ungesättigt). Die Menge der ersten beiden überschreitet zusammen 25—30% nicht; diese Menge ist im „Winteröl" noch geringer. Der Niederschlag der bei der Demargarinisation abgesondert wird, findet ebenfalls wie das tierische Fett Verwendung.

	Verarbeitete Samen	Gewonnen wurden:		
		Öl	Kuchen	Schalen
	dz	dz	dz	dz
1914	3608000	574000	1443000	1426000
1915	3902000	623000	1476000	1476000
1916	4100000	656000	1640000	1558000
1917	3330000	524000	1312000	1262000
1918	1344000	213000	541000	508000
1919	623000	82000	246000	229000
1920	246000	32000	98000	82000

[1] Baumwollind. 1925, 390.

Zur Charakteristik der Bedeutung, welche die Gewinnung des Öles und der anderen Produkte der Samenverarbeitung für Turkestan besitzt, sei vorstehende Tabelle angeführt[1]. Nach 1920 folgt ein Aufstieg und Rückkehr zu den Vorkriegsverhältnissen.

6. Krankheiten und Beschädigungen.

Von den Pilzerkrankungen ist die gefährlichste der *Krebs des Wurzelhalses*, der ein charakteristisches Welken der Baumwolle hervorruft (Cotton wilt). Hervorgerufen wird diese Krankheit durch den Pilz Neocosmospora vasinfectum. Die befallenen Pflanzen werden gelb und trocknen ein. Beim Herausziehen aus der Erde zeigen solche Exemplare am Wurzelhals Anschwellungen, die innen faul und von außen mit einem Pilzgewebe überzogen sind. Beim Stengelansatz wird die Holzfaser dunkelbraun. In Amerika wütet diese Krankheit nicht selten auf lehmigen Sandböden, tritt aber auf Lehmböden nicht auf. Bei uns wurde sie im Jahre 1902[2] bemerkt, wobei von ihr damals mehr die asiatischen als die amerikanischen Sorten befallen wurden. Außerdem erkrankt noch der Sesam unter der Einwirkung desselben Pilzes.

Aber seit dieser Zeit ist ihre Verbreitung manchmal in bedeutendem Ausmaße auch bei der amerikanischen Baumwolle beobachtet worden[3]. Als Bekämpfungsmaßnahme kommt Fruchtwechsel in Frage.

Von den *Insekten* schädigen am meisten die Baumwolle folgende:

Die *Caradrina* (Raupe der Eule Caradrina exigua) geht von Unkräutern nach dem Jäten auf die Baumwolle über (und ebenfalls nach dem Abmähen der Luzernefelder) oder sie entschlüpft Eiern, die unmittelbar auf der Baumwolle abgelegt worden sind. Die jungen Raupen skelettieren die Blätter der Baumwolle, dann fressen sie Löcher hinein, fressen auch die Knospen aus; manchmal fressen sie sich in das Innere der Stengel hinein, worauf die Pflanzen abwelken. Im Laufe eines Sommers sind mehrere Caradrinagenerationen möglich. Es wird Bespritzen mit Pariser Grün, mit Kalk sowohl der Baumwollfelder als auch der benachbarten Luzerneschläge angewendet.

Der Kapselwurm (Raupe der Eule Heliothis armiger oder Heliothis ossoleta) beschädigt in der ersten Zeit die Blätter ähnlich der Caradrina, dann siedelt er in die Knospen über durch eine Öffnung, die er von der Seite durchfrißt, und ernährt sich von ihrem Inhalt. Später durchfressen die Raupen die Kapseln und fressen die sich dort bildenden Samen aus. Auch hier lösen sich im Laufe des Sommers mehrere Generationen ab. Es wird empfohlen, die Felder im Herbst tief umzupflügen, um die Puppen zu vernichten oder im Frühjahr dort die Felder zu überschwemmen, wo sie im vergangenen Jahr beschädigt wurden, ferner die Schmetterlinge zu fangen und den Anbau von Tomaten in der Nähe der Baumwollfelder einzuschränken, weil die Tomaten ebenfalls als Nahrung für diese Raupen dienen oder man benutzt Tomaten und Mais als Fangpflanzen[4].

Der Wintersaatwurm (Raupe von Agrotis segetum) beschädigt die Wurzeln der jungen Pflanze, manchmal durchlöchert er auch die Blätter. Bei der Be-

[1] Zitiert nach dem Bericht von B. P. Popow nach seiner Dienstreise nach Turkestan im Winter 1920/21.

[2] Jatschewsky: Krankheiten und Beschädigungen der Baumwolle. 1903.

[3] Siehe den Aufsatz: Eine neue Gefahr für den Baumwollbau. Baumwollwirtschaft 1927, 939. — Andere Mitteilungen in derselben Zeitschrift im Laufe der letzten Jahre. — Der Aufsatz von Sigriansky (1924) enthält außer der Beschreibung des betreffenden Schädlings auch Mitteilungen über die Anthraknose, die Wurzelfäule, über die Bakteriosis, über den Knospenabfall und über andere Erkrankungen.

[4] Näheres siehe bei Wasiljew: Die Schädlinge der Baumwolle: Baumwollwirtschaft 1924.

schädigung der Wurzeln bleiben die Pflanzen im Wachstum zurück oder gehen ein, wodurch freie Flächen auf den Plantagen entstehen. Es wird empfohlen, die Felder und die Raine unkrautrein zu halten, die Schmetterlinge mit Melasse zu fangen und die Puppen dadurch zu zerstören, daß man die Baumwollfelder im Frühjahr mit schweren Eggen eggt.

Die Spinnwanze (Tetranichus telarius) ist der kleinste (0,5 mm) und häufigste Schädling der Baumwolle in Turkestan. Sie lebt an der Unterseite der Blätter), indem sie ihre Fläche mit einem Spinnetz bedeckt, ernährt sich von den Pflanzensäften und ruft rote Flecken und später ein Eintrocknen und Abfallen der Knospen und Blätter hervor. Ihre Bekämpfung ist schwer. Bestäuben mit Schwefelblüte, Bespritzen mit Seifenlösung oder Kleister (0,4 kg Mehl auf 3 Eimer Wasser), Verbrennen der Blätter und Stengel der Baumwolle im Herbst und ebenfalls Verbrennen der eingetrockneten Blätter der Pflanzen (Cucurbitaceen), die der Wanze einen Winterunterschlupf bieten, helfen bis zu einem gewissen Grade.

Die Baumwollaus (Aphis Gossypii) beschädigt ebenfalls die Blätter, indem sie die Säfte aussaugt und dadurch ein Eintrocknen und Abfallen der Blätter hervorruft. Als Bekämpfungsmaßnahme wird Bespritzen der Baumwolle mit Tabakextrakt und ebenfalls mit Seifenlösung empfohlen.

Außerdem wird die Baumwolle von dem *„schwarzen Wurm"* (Larve der Haltica turcmenica), der die Stengel beschädigt (teilweise auch die Blätter), und auch von den *Heuschreckenarten* (marokkanische Heuschrecke und den echten Heuschrecken) befallen.

Bei uns sind vorläufig noch zwei Schädlinge unbekannt, die in Amerika der Baumwolle den größten Schaden zufügen: Der *Rüsselkäfer* (Anthonomus grandis) und die *Baumwollmotte* („Rosa-Wurm").

Der *Rüsselkäfer* ist in den 90er Jahren aus Mexiko nach Texas verschleppt worden; bei seiner Bewegung nach Osten eroberte er eine immer größer werdende Fläche. Im Laufe von 30 Jahren befiel er fast die ganze umfangreiche Fläche der Staaten, in denen Baumwolle angebaut wird, und trotz aller angewandter Maßnahmen richtete er alljährlich einen riesigen Schaden an, der mit 300 Mill. Dollar im Jahre bewertet wird. In manchen Jahren werden durch den Rüsselkäfer 30% der gesamten Ernte des Landes vernichtet. In unserem Baumwollgebiet ist der Rüsselkäfer bis jetzt noch nicht aufgetreten, außerdem ist der kalte turkestanische Winter seiner Vermehrung offenbar ungünstig.

Die *Baumwollmotte* hat den Ruf eines noch gefährlicheren Schädlings als der Rüsselkäfer. Die Vereinigten Staaten wenden große Summen für Quarantänemaßnahmen an, um die Verschleppung des Schädlings in die Gebiete, wo er bis jetzt unbekannt war, zu vermeiden. Da bereits Ägypten und Indien durch diese Baumwollmotte verseucht sind, so besteht die Gefahr, daß sie auch zu uns vor allem aus Indien über Afghanistan kommt; wenn sie auch aus Ägypten unmittelbar mit den Baumwollballen zu uns verschleppt werden kann, so ist dies nicht so gefährlich, weil ja die ägyptische Baumwolle nicht in das Baumwollgebiet geliefert wird.

V. Die Weberkarde.

Wir wollen hier noch anschließend die Kultur einer Pflanze betrachten, die nicht Rohmaterial sondern ein Gerät liefert, das bei der Verarbeitung und Herstellung einzelner Gewebe gebraucht wird — die *Weberkarde* (Dipsacus fullonum L. aus der Familie der Dipsaceae), die dazu gebraucht wird, das Tuch aufzurauhen. Die Weberkarde wird wildwachsend in Südrußland angetroffen. Als Varietät wird manchmal die wilde Form Dips. fullonum var. silvestris von der Kulturform

var. sativus unterschieden. Es ist möglich, daß var. silvestris die Stammform von var. sativus ist.

Die Weberkarde ist eine zweijährige Pflanze. Im ersten Jahr bildet sie eine Blattrosette, im zweiten Jahr einen Stengel mit gegenüberstehenden Blättern, die mit ihren breiten Ansätzen um den Stengel herum miteinander kelchförmig verwachsen sind (hier sammelt sich gewöhnlich Wasser an), mit Zweigen und Blüten. Der Blütenstand ist ein länglicher einförmiger Blütenkopf (*Zapfen*), der unten an seiner Ansatzstelle von nadelförmigen Blättern umgeben ist; er stellt einen kegelförmigen Blütenstand dar mit aufsitzenden lila Blüten und mit langen, harten, widerstandsfähigen Deckblättchen, die in scharfe nach unten gekrümmte Enden, die *Haken*, auslaufen. Ziel des Anbaues ist der Gewinn der Blütenköpfe, deren wichtigster Bestandteil eben die Deckblättchen sind, die zur Bearbeitung der Textilwaren dienen, zum Herausrupfen der Enden der einzelnen Wollfasern. An die Zapfen werden besondere Ansprüche gestellt. Der Form nach müssen sie nach Möglichkeit zylindrisch sein, um eine möglichst große Berührungsfläche zu besitzen; sie müssen etwa 5—7 cm groß sein. Die Haken der Deckblättchen müssen eine gewisse Widerstandsfähigkeit besitzen, bis zu einem gewissen Grade zugespitzt und zu ihrer Ansatzstelle hin gebogen sein; sie müssen auch eine gewisse Länge haben usw. Die Weberkarde ist wärmeanspruchsvoll. Die besten *Zapfen von Avignon* liefert die französische Weberkarde, die auf dem tiefgründigen, lockeren, kalkreichen Boden der Rhôneebene angebaut wird. Die deutsche Weberkarde, die höher wächst, liefert mehr Zapfen, jedoch sind diese in der Qualität bedeutend schlechter. Bei uns wurden seit langem Versuche gemacht, die Weberkarde in der Krim, in Bessarabien und sogar noch weiter nach Norden hin anzubauen (Gouvernement Minsk). In letzter Zeit sind Versuche in Turkestan gemacht worden, wo die Verhältnisse natürlich für den erfolgreichen Anbau dieser Frucht günstig sind[1]. In Sotschi, Suchum und in der Krim hat diese Kultur bereits das Versuchsstadium verlassen. Die Böden müssen locker sein, für die Pfahlwurzel durchdringbar, ohne Feuchtigkeitsüberschuß; sie müssen die Entwicklung großer aber lockerer Zapfen begünstigen, und bis zu einem gewissen Grade kalkhaltig, aber nicht zu humus- und stickstoffreich sein; Humus und Stickstoff bewirken dasselbe, wie der Überschuß an Feuchtigkeit. Es ist eine genügend tiefe Bodenbearbeitung erforderlich. Die Weberkarde kann verschiedenen Methoden nach angebaut werden. Manchmal wird sie nach gewöhnlicher Art im Frühjahr im Felde ausgesät; dann nimmt sie das Feld 2 Jahre in Anspruch. In südlichen Gegenden mit langem und mildem Herbst wird sie als Winterung nach der Ernte der Hauptfrucht angebaut. In Gegenden mit kurzem und kaltem Herbst pflegt man nach der Ernte der Hauptfrucht auf Beeten großgezogene Pflanzen ins Feld zu verpflanzen. Endlich wird die Weberkarde manchmal als Untersaat in Wintergetreide, Mohn und Raps angebaut. In diesem Falle beginnt ihre starke Entwicklung nur nach der Ernte der Hauptfrucht. Es empfiehlt sich, die Qualität des Saatgutes zu beachten, das leicht seine Keimfähigkeit verlieren kann, besonders wenn es aus nördlichen Gegenden stammt. In den nördlichsten Anbaugebieten (z. B. Gouvernement Minsk) wurde beobachtet, daß die Samen nicht immer ausreifen; man war gezwungen, sich Saatgut kommen zu lassen. Der Samenbezug stellt aber keine große Ausgabe dar, weil je Hektar 6—8 kg ausgesät werden, abgesehen davon, daß wir es gar nicht nötig haben, die Weberkarde in solchen nördlichen Gebieten anzubauen. Die Aussaat erfolgt in Reihen mit großen Reihenabständen (größer als bei der Zuckerrübe), um eine

[1] Siehe den Aufsatz von R. R. Schröder: 6. Ber. d. Turkest. Stat. — Im Baumwollgebiet hat man natürlich keinen Grund, den Anbau der Weberkarde einzuführen. Er muß etwas weiter nach Norden verschoben werden (Kasakstan, Kuban, Krim).

große Verzweigung und infolgedessen eine stärkere Zapfenbildung hervorzurufen. Die Pflege beginnt im Herbst. Es wird gehackt und gehäufelt, um die Pflanzen vor Frost zu schützen, manchmal werden die Pflanzen mit Tannenreisig bedeckt. Im Frühjahr wird noch einmal gehackt. Manchmal werden die Hauptstengel der Pflanzen beschnitten; dadurch werden zwar die größten Zapfen entfernt, aber dafür wird eine gleichmäßigere und stärkere Entwicklung der in der Qualität besten seitlichen Zapfen hervorgerufen, die zusammen einen Ertrag liefern, der nicht geringer ist als ohne Beschneiden. Es werden ebenfalls die späteren seitlichen Zweige und die zweiten, sich von der Wurzel entwickelnden Stengel abgeschnitten. Die Zapfenernte beginnt nach dem Welken der unteren Blüten, zu Beginn des Braunwerdens der oberen Samen, und erfolgt, je nach der Reife der Zapfen, in mehreren Abschnitten. Die Zapfen werden mit den Stielen zusammen abgeschnitten. Die gesammelten Zapfen werden getrocknet, wozu sie in einer nicht zu dicken Schicht in einem geschlossenen Raum gelagert werden. Das Trocknen muß allmählich geschehen, weil bei einer zu raschen Trocknung die Haken brüchig werden. Die getrockneten Zapfen werden mit ihren Stielen zu Bündeln zusammengebunden; zum Versand werden sie in Kisten oder Tonnen verpackt. Die Weberkarde liefert 6—7,5 dz oder 180—270000 Zapfen vom Hektar. Weil sich die Verkaufspreise gewöhnlich auf 1000 Stück beziehen, so bietet diese letztere Ausdrucksform eine gewisse Bequemlichkeit. Bei der beschriebenen Kultur erhält man keine Samen, weil die Ernte vor dem Ausreifen erfolgt. Zur Samengewinnung müssen besondere Feldstücke angebaut werden.

Literatur.

Ältere Literatur[1].

Von den weiter oben genannten Werken:

Stebut, Blomeyer, Langethal und Semmler. Ferner:

Ferle: Über die Bonitierung der russischen Leinsaaten. Landw. Versuchsstat. 65.
— Die Flachswirtschaft. 1914.
Frost: Der Flachsbau in Holland, Belgien und Frankreich. 1909.
Godolany: Flachsbau und Flachsbereitung.
Havenstein: Zur Kenntnis der Leinpflanze.
Herzog: Über Leinsamen. Ber. d. Versuchsstat. f. Flachsbau in Trautenau, Österreich.
Kurolew: Die Flachswirtschaft.
Schindler: Studien über den russischen Lein. Landw. Jb. 1899.
Sowetow: Der Lein (Aufsatz im Lexikon von Brockhaus), siehe ebenfalls: Landwirtschaft und Forstwirtschaft Rußlands, Ausgabe des Departements für Landwirtschaft für die Ausstellung in Chicago 1893.
Tammes: Der Flachsstengel. 1907.
Tschajanow: Der russische Flachsbau. 1916.
Weber: Der Flachs.

Außerdem eine Reihe von Vorträgen verschiedener Autoren in den *Arbeiten der 1. und 2. Versammlung der Flachsindustriellen*. Moskau 1911 und 1913. — *Literaturnachweis zur Flachswirtschaft* (Ausgabe des Versammlungsrates usw.). Moskau 1914.

Sammlung der Vorträge über Leinbau (Rudsinsky, Klubow, Dojarenko, Tschajanow u. a.) 1915: Die gegenwärtige Lage des Leinbaues 1912.
Die Zeitschriften. Lein und Hanf; Zeitschrift der Leinwirtschaft; Faserforschung.

Alexandrow: „Andrejewsky Chutor" im Ferganagebiet. 1902.
Aliotta: Revista critica del genere Gossypium. Portici 1903.
Arbeiten des Komitees für Baumwolle 1, 3.
Berichte der Versuchsfelder. In der Hungersteppe, in Ashabad, in Andishan.
Berichte der Turkestaner Versuchsstation (Taschkent).
Kniese: Die Baumwollwirtschaft in Rußland. Jahresschr. d. Dep. f. Landw. 1907.

[1] Spätere Ausgaben sind im Text und in den Anmerkungen zum Kapitel 3 angegeben.

Massalsky: Die Baumwollwirtschaft in Mittelasien. 1892.
Melik Sarkisjan: Die Baumwollwirtschaft im Ferganagebiet. 1904.
Ponjatowsky: Ein Versuch der Erforschung der Baumwollwirtschaft in Turkestan. 1913.
Schachnasarow: Die Baumwolle. Enzyklopädie von Devrient **2**.
Sleskin: Die Kultur der Baumwolle in den Vereinigten Staaten. 1887.
Wilkins: Die Kultur der amerikanischen Baumwolle in Turkestan.
Die Aufsätze von Schröder, Buschujew, Studenow u. a. in: Die Landwirtschaft Turkestans.

Fribes: Der Hanf. Jahresschr. d. Dep. f. Landw. **1908**.
Lemcke: Über Hanfkuchen. Versuchsstat. 55.
Sleskin: Über die Kultur der Rami. Nachr. d. Akad. Petrowsko-Rasumowskoje. 1887.
Solotarew: Der Hanf.
Wiesner: Die Rohstoffe des Pflanzenreiches **2**. 1903.

Nachtrag zur 7. Auflage.

Buschujew: Der Baumwollbau in Mittelasien. Bibl. d. Baumwollind. **1926**, Nr. 4.
Demidow: Wirtschaftliche Berichte über Baumwollbau, Baumwollhandel und die Industrie in Turkestan. Bibl. d. Baumwollind. **1926**, Nr. 3.
Juferew: Der Baumwollbau in Turkestan. 1925.
— Nachschlagebuch über die Baumwollwirtschaft in der Sowjet-Union. 1927[1].
Saizew: Die Baumwolle. Ein agrar-botanischer Bericht. Bibl. d. Baumwollind. **1927**, Nr. 1.
— Einteilung der Baumwolle. 1928.
— Zur Methodik der Bewertung der Baumwollsaison. 1927. Arb. d. Turkestaner Zuchtstat. 8. Ausg. **1927**.
Schröder: Der Baumwollbau in Mittelasien. Bibl. d. Baumwollind. **1925**, Nr. 1.
Fragen des Baumwollbaues und der Züchtung. Sammlung der Berichte **1927**.

Ellady: Der Lein. 1928.
Kuhnert: Der Flachs. Thaer-Bibliothek.
Lasarkewitsch: Le Lin. 1915.
Minervin: Die mikrobiologischen Grundlagen der Röste. Sammlung Ralo 1925.
Rjabow: Die Anfangsbearbeitung des Flachses und des Hanfes in Deutschland. Ebendort.
Rybnikow: Der industrielle Flachsbau. 1916.
— Der Flachsbau des Westgebietes. 1927.
Schulow: Die Arbeiten der Leinstation in Petrowsko-Rasumowskoje. 1916—27.
Tobler: Der Flachs als Faser- und Ölpflanze. 1928.

Alexandrow: Die Landwirtschaft im Syr-Daria-Gebiet. 1916—18.
Arbeiten der Versuchsstation Usbekistan, 5. Ausg. **1928**. Aufsätze über den Kenaf von Schröder und Balaschew.
Bulletin des Kendyr-Bureau, Nr. 1 (1927), Nr. 2 (1927, 1928).
Heuser: Der deutsche Hanf. 1924.
Lapowok: Der Hanf. Ökonomik und Technik des Anbaues. 1927.
Nowikow-Golowatjew: Der Kenaf und sein Anbau. Wege d. Landw. **1925**, Nr. 1 u. 2.
Surkow: Der Kenaf. Ausg. d. Schwarzmeer-Kubaner wiss. Forschungsinst. **1927**.

[1] Ein Literaturnachweis über den Baumwollbau in Turkestan (1912 Arbeiten) befindet sich in den Arb. f. angew. Bot. **15**, 395—498 (1925).

Vierte Gruppe.

Die Futterpflanzen.

Der Futterpflanzenschlag besitzt in der Ackerwirtschaft trotz der verschiedenen Pflanzen, die auf ihm angebaut werden, einige allgemeine *Merkmale*, weil das gemeinsame Ziel auch gewisse gemeinsame Kulturmaßnahmen hervorruft. So werden die Futterpflanzen in der Regel dichter gesät als die Körnerfrüchte, und sie lassen keine Bearbeitung zwischen den Reihen zu, deren sie in der Regel auch nicht bedürfen, weil sie bei der Dichte des Standes und bei gutem Wachstum von selbst die Unkräuter gut unterdrücken. Als die am dichtesten stehenden und als blattreiche Pflanzen verdunsten sie die größten Wassermengen, was auch noch dadurch begünstigt wird, daß die mehrjährigen Futterpflanzen zum Unterschied vom Getreide vom zeitigen Frühjahr bis zum späten Herbst Wasser verdunsten. Aber im Sinne des Gleichgewichts der Nährstoffe haben die Futterpflanzen vor den anderen Kulturpflanzen einen großen Vorzug, und zwar nicht nur, weil die gesamte Erntemasse in diesem Fall in der Wirtschaft verbraucht wird und alle Nährstoffe, die dem Boden entzogen werden, wieder zu ihnen zurückkehren, sondern auch deshalb, weil gewöhnlich in den Futterpflanzenmischungen Leguminosen vorhanden sind. Diese führen dem Kreislauf der Wirtschaft auf Kosten des atmosphärischen Stickstoffes ergänzende Stickstoffmengen zu, wodurch nicht nur die Eiweißmenge im Futter und der Stickstoffgehalt im Stallmist erhöht sondern auch der Boden mit Stickstoff infolge der großen Menge an Wurzelresten, die von den Futterpflanzen zurückbleiben, angereichert wird; diesem Umstand wird auch eine große Rolle in der Verbesserung der physikalischen Eigenschaften des Bodens zugeschrieben. Früher nahm man an, daß die ganze Gruppe der Futterpflanzen eine große Aneignungsfähigkeit der schwer löslichen Bodenverbindungen durch das Wurzelsystem besitzt. Aber man kann annehmen, daß diese frühere Vorstellung auf Grund der summarischen Beobachtungen eines geringeren Düngerverbrauchs und der Fähigkeit, den Boden für anspruchsvollere Kulturen vorzubereiten, entstanden ist, was, wie wir jetzt wissen, durch das Verhalten der Leguminosen zum atmosphärischen Stickstoff und nicht zu den mineralischen Nährstoffen erklärt wird. Jedenfalls zeichnet sich der Klee gar nicht durch die Fähigkeit aus, schwer lösliche Phosphate aufzuschließen, wie die Erbse und noch mehr die Lupine. Die Gramineen überhaupt sind bekanntlich sehr wenig geeignet, schwerlösliche Phosphate zu verwerten, und wir besitzen keine Hinweise zu erwarten, daß sich z. B. das Lieschgras in dieser Hinsicht besonders vom Roggen unterscheidet. Jedenfalls kann diese Frage nicht für alle Futterpflanzen gleichlautend gelöst werden, so wie sie früher gelöst wurde. Und wenn für einige von ihnen in dieser Hinsicht auch ein besonderes Verhalten bewiesen sein sollte (was man beim Spörgel erwarten kann und bereits beim weißen Senf zum Teil festgestellt ist), so ist dies eher eine Ausnahme als eine Regel in der Gruppe der Futterpflanzen.

Die Futterpflanzen werden gewöhnlich in *drei Gruppen* eingeteilt: 1. in die Pflanzen aus der Familie der *Schmetterlingsblütler* (Leguminosen), 2. in diejenigen aus der Familie der *Gramineen* und 3. in die weniger wichtigen Pflanzen aus *anderen Familien*, wobei die letzte Gruppe natürlich sehr bunt ist; aber infolge der geringen Bedeutung der Mehrzahl der hierher gehörenden Futterpflanzen muß man sich damit zufriedengeben.

I. Die Futterpflanzen aus der Familie der Leguminosen.

Die hierher gehörenden Futterpflanzen sind vorzugsweise mehrjährige Pflanzen mit stark entwickelter Pfahlwurzel und mit Knöllchen auf den Seitenzweigen des Wurzelsystems, was mit der Fähigkeit zusammenhängt, den freien Stickstoff der Luft zu assimilieren. Innerhalb dieser Untergruppe kann man *kleeartige* Pflanzen unterscheiden (hauptsächlich Klee und Luzerne) mit *dreizähligen* Blättern, die am wichtigsten sind, und Pflanzen mit *gefiederten Blättern*, wie Esparsette, Wundklee und Serradella. Die Hauptbedeutung kommt den kleeartigen Futterpflanzen zu und davon sind die wichtigsten:

1. Die Kleearten.

Von den zahlreichen Kleearten (Trifolium) werden auf dem Ackerland hauptsächlich folgende mehrjährige Arten angebaut: Der *Rotklee* (Trifolium pratense), der *Schweden*klee (Trifolium hybridum), der *Weiß*klee oder *kriechende* Klee (Trifolium repens) und von den einjährigen Arten der *Inkarnat*klee (Trifolium incarnatum). Die Bedeutung dieser Kleearten nimmt in derselben eben angeführten Ordnung ab, d. h. vom Rotklee bis zum Inkarnatklee, wobei der letztere bereits eine recht beschränkte Verbreitung besitzt. Noch weniger wichtige und vielleicht mehr im Prüfungszustand befindliche als tatsächlich angebaute Arten sind: Der *persische Klee* oder *Schabdar* (Trifolium resupinatum), der *mittlere Klee* (Trifolium medium), der *Pannonische Klee* oder ewige Klee (Trifolium pannonicum), der *Waldklee* (Trifolium alpestre), der *Bergklee* (Trifolium montanum), der *fadenförmige Klee* (Trifolium filiforme) und einige andere Arten.

α) Der Rotklee.

Seit alters her spricht man von zwei Arten des Rotklees[1], dem *gebauten Wiesenklee* (Kulturklee, Trifolium pratense var. sativum) und von seiner Stammform, dem *wilden Wiesen*klee (Trifolium pratense var. pratorum oder perenne), der wildwachsend in den nördlichen Gebieten Europas, Asiens und Amerikas vorkommt, wobei bemerkt wird, daß es manchmal sehr schwer ist, diese Formen zu unterscheiden. Als konstantes Unterscheidungsmerkmal wird angesehen, daß beim gebauten Wiesenklee der Blütenstand (das Köpfchen) von den oberen Blättern entfernt steht, weswegen es scheint, als wenn der Kopf auf dem Blütenstengel sitzt; beim wilden Wiesenklee sind die Köpfchen dagegen sitzend, den oberen Blättern genähert, und einzeln verteilt. Außerdem unterscheiden sich diese beiden Arten im Ertrag und in der Lebensdauer. Der gebaute Wiesenklee ist ertragreicher, er bringt den größten Ertrag im zweiten Lebensjahr (oder im ersten Schnittjahr) und eine bedeutend geringere Ernte im dritten Lebensjahr, wonach die Produktivität gewöhnlich (nicht immer) gänzlich sinkt. Der wilde Wiesenklee ist weniger ertragreich, aber von größerer Lebensdauer[2]. Es wird

[1] Siehe Werner: Handb. d. Futterbaues. — Nowacki: Der Kleegrasbau. — Ferner Kostytschew: Die Futterpflanzen u. a. m.

[2] Lindhardt: Der Rotklee bei natürlicher und künstlicher Zuchtwahl. Z. Pflanzenzüchtg 1921.

endlich angenommen, daß der gebaute Wiesenklee sich vom wilden Wiesenklee durch höheren Wuchs unterscheidet, durch einen weichen Stengel und durch eine ausgeprägtere Pfahlwurzel. Aber diese Merkmale ändern sich stark innerhalb der beiden Arten, weswegen es nicht immer möglich ist, auf Grund dieser Merkmale diese beiden Arten zu unterscheiden. Man könnte annehmen, daß der wilde Wiesenklee verschiedener Gegenden bei näherer Untersuchung solche morphologischen Unterschiede zeigen würde, daß eine Gegenüberstellung des gebauten Wiesenklees gar nicht in Frage käme.

Der Beginn der Kultivierung des Rotklees ist nicht genau festgelegt. Man kann annehmen, daß diese Kultur in Norditalien (Lombardei) im 14. Jahrhundert aufgenommen wurde. Später besitzen wir Angaben über den Anbau von Rotklee im 16. Jahrhundert in Spanien und Holland. In Deutschland begann sich der Klee vor dem 30jährigen Kriege einzubürgern; aber dann wurde diese Bewegung in ihren Anfängen unterdrückt. In großem Umfange wurde der Klee in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts in England angebaut, und England wurde zum Beispiel, auf das sich die deutschen Autoren bei der Propaganda für Rotklee beriefen (Schubart „von Kleefeld", Thaer). In Deutschland erreicht. zu dieser Zeit die Dreifelderwirtschaft eine Grenze, die sie infolge Wiesenmangels (und folglich auch Düngermangels)[1] nicht überschreiten konnte.

Die Einführung des Rotklees gab die Möglichkeit, zu einem Feldsystem mit Fruchtwechsel (oder mit vielen Futterschlägen) überzugehen, das einen Futtergewinn auf dem Felde unabhängig von dem sonstigen Vorhandensein oder Nichtvorhandensein an Futtermitteln sicherstellte. Nach Schubart propagierte Thaer in Deutschland den Kleebau und das darauf aufgebaute Wirtschaftssystem des Fruchtwechsels (Anfang des 19. Jahrhunderts).

Der gebaute Wiesenklee oder Ackerklee wird in zahlreichen *Sorten* angebaut, die sich infolge ihrer Herkunft aus verschiedenen Gegenden bis zu einem gewissen Grade in ihrem Äußeren, in dem Ertrag usw. unterscheiden. So unterscheidet man im Westen schon seit langem z. B. den *Brabanter*, frühen Klee und den *Steirischen*, späten und langjährigen Klee. Später wurde auch der *amerikanische* Rotklee bekannt, der sich vom europäischen durch stärkere Behaarung der Stengel unterscheidet. Die Samen dieses Klees wurden früher oft nach Europa und Rußland eingeführt; aber man muß berücksichtigen, daß hierzu nur die verhältnismäßige Billigkeit dieser Samen führen kann, weil der amerikanische Rotklee an sich hinter dem europäischen zurücksteht. Er ist in unseren Verhältnissen weniger ertragreich, stärker behaart, er leidet leichter unter dem rauhen Winter, unter Mehltau und ist häufiger mit Kleeseide verunkrautet, obgleich man darauf achten sollte, aus welchem Teile Amerikas der eine oder der andere Klee stammt, weil man offenbar ein und dieselben Eigenschaften bei den amerikanischen Kleearten nicht annehmen darf.

So wird darauf hingewiesen, daß Baltimore, Indiana, Pennsylvanien und Ohio spätblühende Kleearten liefern, der frühreife Klee aber aus Iowa, Illinois und Kanada kommt (Werner).

Trotz des Alters der Kleekultur sind erst kürzlich die verschiedenen relativen Vorteile des Rotklees verschiedener *Herkunft* beachtet worden. Wie man auch erwarten mußte, erzielt man hier verschiedene Ergebnisse je nach dem Ort, wo die Versuche angestellt werden. So stellte sich heraus, daß bei den vergleichenden Herkunftsprüfungen *in Deutschland* die deutschen Sorten die besten waren (vor allem aus Ostpreußen und Schlesien), darauf folgten die russischen und die österreichischen Sorten; die französischen aber und besonders die italienischen

[1] Siehe Wittmack: Die Samen der Futterpflanzen. Bibl. „Chosjain" 1903, Nr 35, S. 88.

waren nicht ausdauernd (vor allem wegen der geringen Anpassung an den rauheren Winter). Die Versuche mit amerikanischen Sorten brachten verschiedene Ergebnisse (von mittel bis schlecht). Dabei waren die Sorten der baltischen Gouvernements in der Entwicklung des ersten Schnittes voran[1]. In den Versuchen von Feilitzen in *Schweden* waren der schwedische und der norwegische Rotklee die besten, der schlesische und russische Rotklee leisteten weniger, und der schottische und der amerikanische Rotklee vertrugen den Winter schlecht[2]. Bei den Versuchen in *Livland* zeigten folgende Kleearten die größte Ertragsfähigkeit: Der norwegische, kurländische, livländische (spätblühender) und schwedische. Dann folgten: Der dänische, der livländische Bauernklee, der südrussische, der böhmische, der amerikanische und andere Kleeherkünfte. Auf diese Weise zeigt sich offenbar der Vorzug der bodenständigen Kleesorten, die sich dem Klima des betreffenden Gebietes oder wenigstens einem ähnlichen Klima angepaßt haben. Vor allem muß man vorsichtig bei der Übertragung südlicher Sorten nach Norden sein. Außer der Winterfestigkeit zeigt sich auch noch ein Unterschied im Gang der Entwicklung. Die einen Sorten blühen früh, sie bringen zwei Schnitte im Sommer, sind aber von kurzer Lebensdauer. Andere blühen später, liefern die Hauptmasse im ersten Schnitt (gewöhnlich einmal im Jahre) und erhalten sich besser für das zweite Nutzungsjahr.

Lindhardt führt diese ganzen Lokalrassen des Kulturklees auf *zwei Typen* zurück:

1. Trifolium pratense praecox — *Frühklee oder zweischüriger Klee.* Der Hauptstengel hat gewöhnlich 5—7 entwickelte Internodien. Dieser Klee bringt zweimal im Sommer blühende Stengel hervor, er ist für Gegenden mit langem Sommer und folglich mildem Sommer geeignet; deswegen ist er gewöhnlich nicht besonders kältewiderstandsfähig (er unterlag keiner unwillkürlichen Auslese).

2. Trifolium pratense serotinum — *Spätklee oder einschüriger Klee,* er bleibt mit der Blütezeit etwa 2—3 Wochen hinter dem ersteren zurück, hat 8—9 Internodien, ist für nördlichere Gegenden geeignet, wo zwei Schnitte sowieso nicht gut ausgenutzt werden können; um so mehr ist dort die Samengewinnung vom zweiten Schnitt, wie es im Süden üblich ist, unmöglich.

Dieselben beiden Typen finden sich auch bei dem amerikanischen (behaarten) Klee. Nach Lintner ist diese Rasse in Amerika unter dem Einfluß der unfreiwilligen Auslese entstanden („natural destruction"), wobei die Insekten die Rolle des „Selektionärs" spielten, welche die nackten (unbehaarten) Stengel auffraßen. Die späte und frühe Rasse sind unter Mitwirkung zweier anderer Auslesemomente entstanden: einerseits der Sense und andererseits der Überwinterung.

Die Entwicklung des Kleebaues in Rußland. Bei uns wurden die Samen des „spanischen" Klees zuerst durch die „Freie Wirtschaftsgesellschaft" im Jahre 1766 verschickt (dieser Klee war aber aus England eingeführt worden[3]) und im gleichen Jahre berichtete Bolodow aus dem Kreise Kaschira über seine Versuche mit Kleesaat durch bodenständige Samen, die er von wild-

[1] Siehe das Referat in: Biedermanns Zbl. 1904.

[2] Biedermanns Zbl. 1903, 828. — Ähnliche Ergebnisse (bessere Erträge der heimischen Kleeherkünfte) wurden auch an den dänischen Versuchsstationen erhalten (Lyngby, Tystofte, Askov), ebenfalls in Schweden (Svalöf) und in anderen Ländern. Die Übersicht über westeuropäische Angaben siehe bei Börger: Die Provenienzfrage bei Klee- und Grassaaten. Landw. Jb. 1912. — Ferner sind in der Arbeit von Haselhoff und Werner (Landw. Jb. 1913, 651) nicht nur die Erträge von Kleearten verschiedener Herkunft (darunter auch russischer) sondern auch ihre chemische Zusammensetzung enthalten. Dabei zeigte der russische Klee beim Wachstum unter denselben Verhältnissen einen größeren Kali- und Phosphorsäuregehalt und einen geringeren Kalk- und Magnesiumgehalt.

[3] Siehe die geschichtliche Übersicht von Lissizyn: Der russische Kulturklee 1926.

wachsendem Klee gesammelt hatte. Dies waren aber nur Versuche eines Liebhabers, die in kleinem Ausmaß durchgeführt wurden.

In den 90er Jahren des 18. Jahrhunderts zählte man im Gouvernement Moskau zehn Wirtschaften, die 5—10 ha Klee bauten; auch wurde in den Gouvernements Tula, Kaluga und Mogilew vereinzelt Klee angebaut. Größere Kleeansaaten wurden von Poltorazky im Kreise Nowosil des Gouvernements Tula ausgeführt. Dies waren alles zum größten Teil Versuche, die von solchen Gutsbesitzern ausgeführt wurden, die durch die Literatur mit der westeuropäischen Reform in der Landwirtschaft bekannt wurden; diese Reform bestand im Übergang von der Körnerdreifelderwirtschaft zu einer Fruchtfolge mit Hackfrüchten und Klee. Aber die Bauernschaft interessierte sich für Klee nicht, weil wir damals bei den Bauern noch keine Landarmut hatten und die Dreifelderwirtschaft bei genügender Menge an Wiesen und Koppeln fortdauern konnte.

Außerdem wurde der Klee damals auf den Gütern mit eingeführten Samen bestellt. Der ausländische Klee aber (vor allem solcher südlicher Herkunft) vertrug oft unseren Winter nicht, weswegen oft eine große Enttäuschung eintrat. Aber einer dieser Kleeanbauversuche aus jener Zeit hinterließ eine Spur im bäuerlichen Futterpflanzenbau und legte offenbar den Anfang zur Schaffung der Sorte unseres nördlichen, viel winterfesteren Klees und zwar führte Samarin, ein Gutsbesitzer aus dem Gouvernement Jaroslaw, der sich selbst mit dem Kleebau seit dem Jahre 1805 befaßte, im Jahre 1819 zuerst zwangsweise im Dorfe Konischtschewo in den bäuerlichen Betrieben Kleebau ein, indem er das bäuerliche Land anstatt in 3 in 4 Teile einteilte (daher der Name Konischtschewer — später Jaroslawer — Fruchtfolge, mit achtjährigem Umlauf, in Wirklichkeit mit vier Schlägen und mit Kleesaat in jedem zweiten Jahr). Zuerst gab Samarin den Bauern sein eigenes Saatgut; später aber trieben die Bauern nicht nur Samenbau für sich selbst sondern auch (in den 30er Jahren) zum Verkauf.

Nach dem Tode Samarins hörte man etwa 50 Jahre lang in der Literatur nichts mehr von Konischtschewo, bis Konischtschewo im Jahre 1883 erneut von Kalantar bei der Untersuchung des Zustandes der Viehzucht im Gouvernement Jaroslaw entdeckt wurde. Damals entsandte die Freie Wirtschaftsgesellschaft einen Agronomen, um Konischtschewo zu untersuchen. Dabei stellte sich heraus, daß sich der Konischtschewer Klee anders verhielt, als vor 60 Jahren, zu Zeiten von Samarin. Aus einem kältempfindlichen Klee mit zwei Schnitten war er zu einem winterfesten mit einem Schnitt geworden, mit anderen Worten, zu dieser Zeit hatte sich bereits der Typ des russischen nördlichen Klees herausgebildet.

In den Gouvernements Tula und Orel wurde ein ähnlicher Vorgang beobachtet. Dort entwickelte sich eine Kleekultur in den Gutswirtschaften[1] und am Ende der 60er Jahre begann eine Ausfuhr russischen Klees nach dem Auslande, die danach einen großen Umfang annahm. So führte Rußland im Jahre 1912 102000 dz Kleesamen für 12,6 Mill. Mark aus.

Dieser Oreler Klee hatte ebenfalls keine Ähnlichkeit mehr mit dem anfangs aus dem Auslande eingeführten holländischen oder Brabanter Klee.

An dieser Herausbildung der *Winterfestigkeit* der Kleesorten des mittleren und nördlichen Rußland konnten folgende Faktoren beteiligt sein: 1. eine unfreiwillige Auslese aus denjenigen Populationen, die der westliche und südliche Klee darstellte; diese Auslese schuf winterfestere Formen; diese sind aber ge-

[1] „Die 70er und die erste Hälfte der 80er Jahre waren die Blütezeit des Kleebaues in unserer Gegend" schrieb später P. I. Lewizky über das Gouvernement Tula in seinen bekannten „Briefen aus dem Dorfe Alexejewskoje".

wöhnlich spätreifer und bringen infolgedessen nur einen Schnitt. 2. eine teilweise Nutzung der Samen des am Orte wildwachsenden Klees. 3. eine Kreuzung zwischen diesen beiden Formen und eine darauffolgende Auslese auf Winterfestigkeit in der Nachkommenschaft dieser Bastarde.

Gleichzeitig aber hatte im Südwesten in den Gouvernements Kijew, Wolhynien und in den Nachbargebieten, wo sich der Kleebau ebenfalls verbreiterte, der aus dem Ausland stammende Klee voll und ganz seine ursprünglichen Eigenschaften erhalten, weil diesem das örtliche Klima zusagte.

Die Abstammung des von SAMARIN eingeführten Klees ist nicht genau bekannt, aber er verhielt sich, wie es damals bei jedem Klee, der aus dem Auslande stammte, üblich war. Er war frühreif und brachte zwei Schnitte. In feuchten Jahren verunreinigte er die Sommerungssaat, wenn er als Untersaat gesät wurde (wie es bei den frühreifen Kleearten üblich ist); später erfror er aber. Nur wenn man eine hohe Stoppel stehen ließ, konnte er mehr oder weniger gut überwintern. Um dies zu vermeiden, begann SAMARIN den Klee als Untersaat in Roggen anzubauen. In den 80er Jahren stellte sich aber heraus, daß die Bauern zur Untersaat in Hafer übergegangen waren. Man mäht den Hafer niedrig ab, „der Klee überwintert also ohne Winterschutz". Der Klee wird nur einmal gemäht, vor dem Petrow-Tag, und nur selten wächst er wieder so weit, daß man ihn zum zweiten Male mähen kann. Die Samen werden verkauft und zum Teil zum eigenen Gebrauch zurückbehalten, d. h. die Saat erfolgt immer mit eigenem Saatgut. Wenn festgestellt werden könnte, daß die Bauern während der ganzen Zeit (105 Jahre) kein einziges Mal ihr Saatgut gewechselt haben, so würde der Klee des Dorfes Konischtschewo außerordentlich interessant sein (LISSIZYN 1926).

Als in den 90er Jahren unter der Einwirkung der Bevölkerungszunahme (ohne entsprechende Ausdehnung der Ackerfläche) eine Krisis der Dreifelderwirtschaft hereinzubrechen drohte, hatten die Landstände zuerst des Gouvernements Moskau und der Gouvernements des Uralgebietes, danach auch allmählich die anderen die Stellung eines Agronomen der Landstände eingerichtet, um den Bauern den Übergang zu den neuen Fruchtfolgen zu erleichtern. *Die Hauptaufgabe dieser Agronomen war die Verbreitung des Kleebaues.* Man richtete beim Übergang zu den Fruchtfolgen mit Futterpflanzenschlägen für ein ganzes Dorf einen besonderen Kleeschlag ein und lieferte durch den privaten Samenhandel ungleichartiges Saatgut; wenn die Bauern ihre Streifen mit aus verschiedenen Gegenden bezogenen Samen bestellten, so entstand oft ein buntes Bild, als wenn eine grobe Sortenprüfung stattfände. Auf den einen Streifen wuchs frühreifer Klee (Kudrjasch), der früh blühte und leicht erfror, auf den anderen wuchs der spätreifere („Selentschuk" oder „Rostun" nach der Terminologie der Bauern), der später blühte, auch ertragsreicher und winterfester war. Weil der Rat der Agronomen, Samen mittelrussischer Herkunft zu beziehen, auch fernerhin die Händler nicht daran hinderte, Klee südlicher Herkunft „mit Tulaer Passierschein" zu verkaufen (wozu eine Umsortierung des Kijewer Klees auf einer Eisenbahnstation im Gouvernement Tula genügte oder gewöhnlich einfach eine Aufschrift auf dem Sack angebracht wurde), so organisierte der Landstand Moskau im Jahre 1902 eine Belieferung der Bauern mit Kleesamen mittelrussischer Herkunft, und vom Jahre 1908 ab verbreitete der Landstand außer den Kleesamen der Gouvernements Orel und Tula auch noch den Klee aus Perm.

Im Jahre 1902 wurden 1100, 1915 10000 dz Klee vom Lager des Moskauer Landstandes verkauft. Über die Beobachtungen, die auf den bäuerlichen Feldern gemacht wurden. Siehe in den Aufsätzen der Agronomen WONSBLEIN, SCHLYKOW, OLMAN: Nachr. d. Landw. 1904 und in den folgenden Jahren.

Zu den Beobachtungen der Agronomen auf den Bauernfeldern kamen bald die Ergebnisse der Versuchsstationen über die Prüfung des Klees aus verschiedenen Gebieten hinzu. Bei den Versuchen der Versuchsstation Batischtschewo im Jahre 1906 mit 33 Sorten zeigte der Klee aus dem Gouvernement Orel den kräftigsten Wuchs und die größte Ertragsfähigkeit.

Für den *Orelklee* zeigt man in Amerika großes Interesse, weil er sich gut beblättert und ertragreich ist. Das Departement für Landwirtschaft verschickte seine Samen an Versuchsstationen und Versuchswirtschaften (Tulaikow 1907).

Ihm stehen die finnischen Kleesorten nahe, überhaupt die spätreiferen Sorten. Die südlichen dagegen (frühreife) brachten geringere Massenerträge.

Es wurde sogar vorgeschlagen, den Klee aus dem Gouvernement Orel als eine besondere Art zu bezeichnen unter dem Namen Var. foliosum. Der Klee aus dem Gouvernement Perm entspricht botanisch offenbar dem Klee aus Orel, um so mehr, weil dies mit den Mitteilungen über eine frühere Einfuhr des Orelklees in das Gouvernement Perm übereinstimmt. Da aber manchmal auch die Samen südlicher Kleearten eingeführt wurden, so ist heute bereits nicht jeder Klee, der im Gouvernement Perm gezüchtet worden ist, ein „Permer" Klee; man muß Maßnahmen treffen, den bodenständigen Klee vor südlichen Beimischungen zu schützen. Näheres siehe z. B. bei Chrebtow: Über den Permer Rotklee. 1924. — Djakonow: Versuche mit Kleesaaten. 1907. — Siehe auch die Aufsätze von Schlykow, Olman und Wonsblein 1904—1906.

Bei den Versuchen der Farm des Moskauer landwirtschaftlichen Institutes waren die Kleearten aus Perm und Ufa die besten[1]. Von der Versuchsstation Schatilowo wurden bei den Vergleichsversuchen in den Jahren 1908/9 folgende *Durchschnittswerte für die jährliche Heuernte* erhalten:

Klee des zentralen Rußland (ein Schnitt)	51 dz/ha
Klee des nördlichen Rußland (ein Schnitt)	49 dz/ha
Westeuropäischer Klee (zwei Schnitte)	45 dz/ha
Südrussischer Klee (zwei Schnitte)	41 dz/ha

Ebenso brachten auch bei den vom Moskauer Landstand in Butyrka 1909/12 durchgeführten Versuchen die spätreifen Kleesorten (Rjasan, Tula, Orel, Perm) die besten Ergebnisse.

In den Jahren 1912/14 wurden in der Saatzuchtwirtschaft Siworiza (Gouvernement Petersburg) 108 Kleesorten verschiedener Herkunft verglichen; die Ergebnisse waren den oben genannten entsprechend[2].

Nach einigen Mitteilungen meiden die Bauern den frühreifen Klee auch noch deshalb, weil die Zeit der Klee-Ernte für diese Sorte sich nicht so bequem in die übrigen Feldarbeiten eingliedert, wie dies bei dem spätreifen Klee der Fall ist[3].

Auf diese Weise wurde ein Unterschied zwischen den nordrussischen und südrussischen Kleearten festgestellt, ähnlich wie er im Westen zwischen dem Brabanter und dem Steirischen Klee beobachtet wurde.

Man hat beobachtet, daß sich die nördlichen und südlichen Kleeherkünfte bereits während des Wachstums unterscheiden, und zwar erfolgt das Wachstum bei den ersteren langsam, z. B. nach zweimal 24 Stunden 14 %, bei den südlichen dagegen 65 %. Würde man die mittlere Wachstumsdauer errechnen, und diese für die zentralen Gebiete gleich 100 setzen, so würde man für die übrigen Gebiete folgende Verhältniszahlen erhalten:

Süden	93	Norden . . .	125
Osten	96	Westen . . .	135

Lissizyn: Z. Landw. 1911, Nr 38—40.

Nach der Prüfung der Wirtschaftssorten des Klees begann auch die *züchterische Bearbeitung*.

---

[1] Chartschenko 1910. — Nach den Mitteilungen von Jegorow und Prjadilow: Unterlagen zur Versuchstätigkeit des Gouv. Moskau, waren folgende Kleesorten spätreif: Aus den Gouvernements Rjasan, Tula, Orel, Perm. Frühreif aus: Kursk, Tschernigow, Wolhynien, Kijew.

[2] Als eine der ersten Arbeiten (1894), die sich mit dem Vergleich der Kleesorten befaßte, muß die Arbeit von Sempolowsky an der Versuchsstation Sobeschin (Polen) bezeichnet werden, in welcher der Vorrang der russischen Kleesorten vor den amerikanischen festgestellt wurde (nach den russischen Aufsätzen von Sempolowsky, die in der Landw. Ztg 1897 abgedruckt wurden).

[3] Djakunow a. a. O.

Der Krieg unterbrach für lange Zeit die Arbeit der Mehrzahl der Versuchsstationen, weil das wissenschaftliche Personal der Stationen vom Militärdienst nicht befreit wurde. Aber die Verbreitung der Kleesaaten wuchs auch während des Krieges, jedenfalls verkaufte der Moskauer Landstand im Jahre 1915 $1^1/_2$mal soviel Kleesamen als im Jahre 1913, woraus man auch schließen muß, daß die Kleefläche im Jahre 1916 größer war als im Jahre 1914. Aber die darauffolgenden Ereignisse riefen ein schroffes Sinken der Kleeanbaufläche hervor.

Die gesamte Feldfutterpflanzenfläche im Anbaugebiete von Klee und Lieschgras machte innerhalb des europäischen Rußland folgende Veränderungen durch:

1901	1916	1920
469000	1433000	450000 ha

d. h. unabhängig von der Wirkung des Jahres 1921, das sich durch Dürre und Mißernte auszeichnete, erfolgte bereits zwischen den Jahren 1916 und 1920 ein schroffes Sinken der Futterpflanzenfläche bis auf die Höhe von 1901. Der im Jahre 1923 einsetzende Aufstieg beschleunigte sein Tempo besonders zum Jahre 1926. Heute handelt es sich aber in der Hauptsache nicht um die Wiederherstellung der Ausdehnung des Jahres 1916, sondern um bedeutend größere Aufgaben.

1922 betrug sie nur etwa 15% der Fläche von 1913 und erst im Jahre 1924 erreichte sie den Stand der Vorkriegszeit. Nach dieser Pause setzte die Ausdehnung der Kleeflächen mit noch größerer Energie ein. Zum Beispiel stellte die Kleefläche im Jahre 1926 155% der Fläche von 1925 vor und 220% der Fläche von 1913. Das weitere Tempo der Ausdehnung wurde aber infolge des Mangels an Samen etwas verlangsamt; über den Samenbau und über die Kleezüchtung wird weiter unten die Rede sein.

Die *züchterische Bearbeitung des Klees* begann bei uns zuerst durch die Schatilowo-Station, dann durch die Bekasow-Abteilung der Moskauer Station, durch die Stationen Nossowka, Engelhardtowo, Kasan usw.

Die Station Schatilowo wandte die *Vermehrungsmethode des Klees durch Stecklinge* an, um gleichartiges Material für genaue Versuche zum Vergleich der verschiedenen Rassen und zur Durchführung einer Reihe von Messungen zu gewinnen. Dann wurde der Blühverlauf des nördlichen und des südlichen Klees untersucht[1] und eine Verbindung hergestellt zwischen der Blütezeit und der Zahl der Internodien und mit den wirtschaftlich wichtigen Merkmalen (Winterfestigkeit, Ausdauer); es wurden die Überwinterungsverhältnisse des Klees im Waldsteppengebiet erforscht, wobei sich herausstellte, daß in diesem Gebiet das Klima für die überwinternden Pflanzen rauher ist als sogar in weiter nördlich gelegenen Gebieten, die dafür aber eine ständige Schneedecke haben, wodurch die nahe Verwandtschaft der Eigenschaften des mittelrussischen Kulturklees mit dem nördlichen Klee erklärt wird.

Als Ergebnis der Untersuchung des großen Materials wird auch eine *Einteilung der gesamten Kleerassen* festgestellt (z. T. mutmaßlich):

1. *typische Einjahrspflanzen*, ohne Wurzelrosette (kommen unter den südlichen Kleearten vor).

2. die *nichttypischen mehrjährigen Pflanzen* mit einer schwach ausgeprägten Wurzelrosette; hierher gehören die frühreifen, wenig winterfesten Kleesorten Westeuropas und der Ukraine (spätreife Formen sind in dieser Gruppe vorläufig noch nicht bekannt, sind aber unter den wilden Kleeformen des Südens möglich).

3. die *typischen mehrjährigen Pflanzen* mit stark entwickelter Wurzelrosette. Hierher gehören: a) die spätreifen winterfesten Kleesorten unseres Nordens; b) die frühreifen winterfesten Formen des wilden Klees im äußersten Norden.

[1] Siehe Lissizyn: Der russische Kulturklee. 1926.

Neben der Selektion innerhalb der Gruppe 3a zur Erhöhung ihrer wirtschaftlich wertvollen Merkmale wird u. a. eine Bastardierung mit den frühreifen Kleesorten des äußersten Nordens vorgeschlagen, um einen winterfesten Klee mit 2 Schnitten, mit großer Blattmasse, mit aufrechtstehendem Stengel und hoher Samenproduktion zu gewinnen.

Ohne bei den Arbeiten der anderen Stationen mit dem nördlichen Klee zu verweilen[1] sei hier bemerkt, daß unlängst (seit dem Jahre 1926) die Versuchsstation Nossowka die Arbeiten mit dem südlichen Klee aufnahm, wo entsprechend den örtlichen Verhältnissen etwas andere Aufgaben gestellt werden. So ist man bestrebt, neben der Züchtung auf größere Winterfestigkeit des 2schürigen Klees eine frühreife Art zu gewinnen, die geeignet ist, auf besetzter Brache und als Stoppelfrucht, die geringe Feuchtigkeit und hohe Temperatur vertragen kann, angebaut zu werden[2].

Ansprüche an Boden und Klima. Der Rotklee ist, wie bereits oben gesagt, eine *Pflanze des gemäßigten Klimas.* Nach Norden geht er bis zum 69. Breitengrad (Norwegen), obgleich er an seiner nördlichsten Grenze nur zur Heugewinnung angebaut werden kann, weil die Samen dort bereits nicht mehr ausreifen. Bei uns wird der Klee in allen nördlichen Gouvernements gebaut, einschließlich des Gouvernements Archangelsk unter der Bedingung, daß die Samen nicht aus dem Süden, sondern aus den Nachbargebieten, in denen die Kleesamen noch gut ausreifen können, bezogen werden. Der Kleebau wird im Süden durch die Dürre begrenzt.

Der Klee wird hier oft stark durch Hitze geschädigt und oft welkt der erste Schnitt und vor allem der zweite bei großer Hitze vollständig, indem er sich noch auf der Wurzel in Heu verwandelt[3].

Diese macht bereits bei uns im Schwarzerdegebiet den Kleebau unsicher (mit Ausnahme der nördlichen Gebiete dieser Zone) und ruft eine Bestrebung hervor, den Klee durch Luzerne und Esparsette zu ersetzen, die infolge ihrer tiefer gehenden Wurzeln die Dürre gut vertragen.

Die *südliche Grenze des Kleebaues* verläuft folgendermaßen: Die südliche Grenze von Wollynien über die Gouvernements Kijew, Orel, längs der südlichen Grenzen der Gouvernements Tula, Rjasan, Tambow, Pensa, weiter nach Simbirsk, etwas nördlich von Kasan bis nach Sarapul und Ufa (Klingen). Aber durch die Arbeiten der Versuchsstationen (Sumy u. a.) wurde diese Grenze in gewissen Gebieten nach Süden verschoben. Dasselbe ist auch an anderen Stellen dieser Grenze möglich, wenn man die örtlichen Saat- und Erntemethoden der entsprechenden Kleesorten erforscht.

An den *Boden* ist der Klee nicht besonders anspruchsvoll. Er gedeiht sowohl auf recht schweren wie auf leichteren Böden, wenn diese Böden nur nicht nährstoffarm und nicht zu trocken sind. Sogar ausgelaugte Böden (Podsolböden) sind nach einer gewissen Stallmistgabe oder nach Düngung mit Kainit und Phosphorsäure für den Klee geeignet (alte Kulturböden werden neuen vorgezogen). Der Klee verbessert außerdem arme Böden, indem er in ihnen eine Menge Erntereste zurückläßt, welche die Stallmistdüngung an Stickstoff und organischen Substanzen ersetzen. Deswegen spielt er auch eine solch wichtige Rolle in den Wirtschaften Rußlands außerhalb des Schwarzerdegebietes. Es muß allerdings bemerkt werden, daß der Klee keinen Feuchtigkeitsüberschuß im Boden verträgt, weil er unter diesen Verhältnissen in einem schneearmen Winter erfriert; außerdem

[1] Siehe Trawin: Die Züchtung des Rotklees auf der Versuchsstation Nossowka. 1927.
[2] Talanow: Ber. d. Versuchsstat. Stawropol im Kaukasus 1909.
[3] Siehe Sworikin: Die Arbeiten der Bekasow-Abteilung der Moskauer Landw. Versuchsstation über die Züchtung der Futterpflanzen. 1925. — Renard: Über die Auslese einer Kleesorte zur Samengewinnung. Engelhardtowo-Versuchsstation 1925.

verlangt er infolge seiner tiefgehenden Wurzeln auch nicht zu flache Böden mit durchlässigem Untergrund. Übermäßig saure Böden (trockengelegte Moorböden oder sehr ausgelaugte Böden) werden nur nach einer Kalkung kleefähig. Wenn aber, allgemein gesagt, das Vorhandensein von Kalk im Boden für den Klee günstig ist, so sind wiederum trockene steinige Kalksteinböden für ihn ungeeignet.

Dadurch, daß der Klee als Untersaat in Getreide angebaut wird, kann man von einer besonderen *Bodenbearbeitung* für ihn nicht sprechen. Die Bearbeitung zur Deckfrucht ist auch gleichzeitig die Bodenbearbeitung für den Klee. Es ist allerdings wünschenswert, dabei auch den Ansprüchen des Klees Rechnung zu tragen; demzufolge muß man z. B. eine etwas tiefere Bodenbearbeitung für diejenige Getreideart durchführen, in welcher der Klee als Untersaat angebaut werden soll. Ebenso muß man auch in der Düngung den *Nährstoffbedarf* des Klees berücksichtigen. Wie bekannt, verlangt er keinen gebundenen Stickstoff[1], sondern er bereichert den Boden an Stickstoff. Kalk, Kali und Phosphorsäure verlangt der Klee in großen Mengen, was man bis zu einem gewissen Grade auch bereits aus seiner Zusammensetzung ersehen kann. Es folgen Vergleichszahlen für Getreide und Klee:

Die Ernten führen je ha in kg fort[2]	Asche	Kali	Kalk	Phosphorsäure	Stickstoff
Klee	234	75.	82	24	97
Getreidearten	130	28	9	15	41

Offenbar ist die Nichtbeachtung dieses *großen Phosphor- und Kalibedürfnisses des Klees* die Ursache jenes Sinkens der Klee-Ernten, das gewöhnlich einige Zeit nach dem Einführen des Kleebaues eintritt, wenn keine künstliche Düngung angewandt wird. Unter unseren Verhältnissen übt eine Phosphorsäuregabe, zur Deckfrucht gegeben, auf den Klee die günstigste Wirkung aus (der Kunstdünger kann auch noch früher als zur Deckfrucht gegeben werden). So brachte auf der Station Schatilowo Thomasmehl, das 1905 auf Brache zu Roggen gegeben wurde, im Jahre 1908 eine Ertragssteigerung bei Klee, der 1907 in Hafer untergesät wurde, von beinahe 100% (z. B. 46 dz anstatt 24 dz/ha).

Im Gouvernement Perm wurde auf den bäuerlichen Ländereien im Durchschnitt einer großen Anzahl von Versuchen ein Ertragszuwachs von 60% im Laufe aller 3 Nutzungsjahre des Klees beobachtet, wenn der Roggen, der dem Klee als Deckfrucht diente, mit Superphosphat gedüngt wurde[3].

Auf der Versuchsstation Engelhardtowo, die im Gebiet der ausgelaugten Böden liegt, wirkte Phosphoritmehl, das zu Roggen in bedeutenden Mengen gegeben wurde, sehr günstig auf den Klee und zwar nicht nur bei einer Einsaat des Klees unmittelbar in den Roggen, sondern auch im Laufe der weiteren Fruchtfolge. Es wird viel Günstiges über die Wirkung der Kalisalze auf die Klee-Erträge in den Berichten über die Kollektivversuche auf den Bauernwirtschaften, die von den Agronomen des Moskauer Landstandes geleitet wurden, berichtet[4].

---

[1] Wir haben Beobachtungen, die wahrscheinlich machen, daß eine Stickstoffdüngung (zum mindesten Salpeter) dem Klee nicht nur indirekt schadet, indem sie das Wachstum der Gräser und anderer Pflanzen fördert. Sie kann vielmehr auch unmittelbar schädigen, wenn der Salpeter, der zur Kopfdüngung der Deckfrucht ausgestreut wird, auf die jungen Kleeblättchen fällt und diese von Regen oder Tau feucht sind.

[2] Es sind in Rußland übliche Ernteerträge herangezogen.

[3] WARGIN, W. N.: Die Ergebnisse der Arbeiten der Versuchsfelder im Uralgebiet. 1924.

[4] Siehe z. B.: Versuchsergebnisse im Gouv. Moskau, 8. Bd. 1914.

Stellung in der Fruchtfolge. Wie bereits erwähnt, wird der Klee hauptsächlich als *Untersaat* in Getreide angebaut. Er nimmt also im ersten Entwicklungsjahr in der Fruchtfolge dieselbe Stelle ein wie das Getreide. Für die Auswahl der Deckfrucht wird gewöhnlich empfohlen, eine nicht zu dicht stehende und nicht besonders beschattende Pflanze zu wählen. Also z. B. keinen Buchweizen, weil dieser infolge des Baues seiner Blätter den Boden stark beschattet, und auch nicht Lein, weil dieser zu dicht gesät wird. Indessen hat hier das Klima eine große Bedeutung. So wird z. B. im Küstengebiet (Belgien) der Klee gerade in Lein eingesät[1], und in den trockenen Kontinentalgebieten, wo der Klee an sich schon schwer gedeiht, wird empfohlen, den Klee überhaupt ohne Deckfrucht anzubauen.

Aber im Gebiet seiner größten Verbreitung wird der Klee in der Regel nicht ohne Deckfrucht angebaut, weil er im ersten Jahre keinen vollen Ertrag bringt und folglich keine Möglichkeit vorhanden ist, vom Boden den gewöhnlichen Ertrag zu gewinnen; außerdem wird angenommen, daß er ohne Deckfrucht zu stark unter der Sonne leidet; dies ist allerdings in der gemäßigten Zone wenig wahrscheinlich. Man müßte eher annehmen, daß oft eine größere Unbequemlichkeit (außer der Rentabilität) des Kleebaues ohne Deckfrucht in der Verunkrautungsgefahr des Feldes in der ersten Zeit besteht, während der Klee sich noch langsam entwickelt.

Deswegen empfehlen die Anhänger der reinen Kleesaat (ohne Deckfrucht), den Klee nach Hackfrucht anzubauen, weil sie im Fehlen der Deckfrucht den Vorzug der besseren Feuchtigkeitsversorgung des Klees, die so wichtig im Schwarzerdegebiet ist, erblicken.

Man nimmt an, daß der Klee in der Fruchtfolge auf denselben Schlag nicht vor 4—6 Jahren zurückkehren darf, weil bei einer häufigen Wiederkehr eine *Kleemüdigkeit* befürchtet wird. Der Klee wird entweder allein oder mit Lieschgras gemischt eingesät, je nachdem, ob man ihn 1 Jahr oder 2—3 Jahre nützen will.

Reine Kleeuntersaat (ohne Beimischung von Gräsern) wird hauptsächlich nur in den intensiven Fruchtfolgen Westeuropas angetroffen, angefangen mit der klassischen Norfolker Fruchtfolge: Hackfrucht — Sommerung — Klee — Winterung. Diese Fruchtfolge ist dort möglich, wo man ein Viertel des Feldes mit Hackfrucht bestellen kann, einerlei, ob dies eine Futterhackfrucht (Turnips in England), Fabrikhackfrucht (Zuckerrüben in Belgien, Frankreich, Deutschland) oder Speisehackfrucht (Kartoffeln) ist.

In letzter Zeit wird bei uns im Zuckerrübengebiet ebenfalls eine Kleeuntersaat ohne Lieschgras für 1jährige Nutzung statt reiner Brache angetroffen. Die gleiche Methode war aber schon früher in Westeuropa bei Einführung der Kleesaat anzutreffen.

Als die reine Dreifelderwirtschaft noch die vorherrschende Fruchtfolge war, begann man den Klee *in Sommerung* einzusäen, um ihn in der Brache zu nutzen. Aber damals (gegen Ende des 18. Jahrhunderts) waren die künstlichen Düngemittel noch unbekannt (außer Gips) und die häufige Wiederkehr der Kleesaaten führte zu einem Sinken der Erträge. Deswegen ging man zu ausgedehnteren Fruchtfolgen über. Es ist interessant, daß heute die Versuchsstation Nossowka im Gouvernement Tschernigow gute Ergebnisse mit der Kleebrache erzielt, indem sie Phosphate anwendet.

Klee + Phosphate in der Brache ergaben eine Ertragssteigerung bei Roggen von 6 dz/ha[2].

[1] Bei uns wird in einigen Zeitschriften über einige Fälle berichtet, wo der Klee in Buchweizen eingesät wurde, was offenbar mit der örtlichen Verteilung der Niederschläge und mit der Möglichkeit einer guten Bodenbearbeitung bei Buchweizen, weil dieser später als alle übrigen Sommerungen gesät wird, in Zusammenhang steht.

[2] Siehe Kulshinsky: Kurze Berichte des Versuchsfeldes. Neshin 1921.

Im Gebiet der Waldböden herrscht aber bei uns die *mehrjährige Kleenutzung* vor, wobei als eine der Ursachen dieser Nutzung der verhältnismäßig hohe Preis der Kleesamen und das Bestreben, diese Ausgabe durch die Schnitte mehrerer Jahre auszugleichen, anzusehen sind, wobei der immer schwächer werdende Klee vom Lieschgras verdrängt wird. Weil die Wurzelfrüchte (und die Kartoffeln) zur Zeit der Einführung des Klees (Ende des 19. Jahrhunderts) bei uns im Felde noch nicht üblich waren, so erhielt die „Graswirtschaft", die nur Getreide und Futterpflanzen umfaßte, die Vorherrschaft; die Brache blieb erhalten, aber auf einem geringeren Teil des Feldes als bei der Dreifelderwirtschaft.

Gewöhnlich tragen diese Fruchtfolgen noch Spuren des Überganges von der Dreifelderwirtschaft. Der einfachste Übergang besteht darin, daß die Felder halbiert werden und man zur *Sechsfelderwirtschaft* übergeht: Brache — Winterung — Futterpflanzen — Futterpflanzen — Futterpflanzen — Sommerung. Diese Fruchtfolge wurde früher (1865—92) auf der Farm der Akademie von Petrowsko-Rasumowskoje ausgeübt, bis der Anbau der Hackfrüchte ausgedehnt wurde. Aber für die landarme bäuerliche Wirtschaft würde eine solche Fruchtfolge zu wenig Körnerfrüchte liefern; sie ist eine zu ausgesprochene „Viehhaltungsfruchtfolge". Bei der Einführung des Kleebaues im flachsbauenden Gebiet fand diese Fruchtfolge bei den Bauern folgende Variation: Brache — Roggen — Klee — Klee — Lein — Hafer. Weil aber zu jener Zeit sogar für die Bauern des Moskauer Gebietes eine Herabsetzung der Roggenfläche im Vergleich zur Dreifelderwirtschaft unerwünscht war, so erlebte die sog. „*Wolokolamsker Achtfelderwirtschaft*" eine größere Verbreitung; diese Fruchtfolge ist aus der Dreifelderwirtschaft auf folgende Art entstanden. Nehmen wir 2 Dreifelderumläufe und schalten hier 2 Kleeschläge ein, z. B. hinter die Winterung, so erhalten wir eine Aufeinanderfolge (im Raum und in der Zeit) von 8 Schlägen: Brache — Roggen — Sommerung — Klee — Klee — Brache — Roggen — Sommerung, wobei jede Frucht 25 % der gesamten Fläche einnimmt.

Außer der Wolokolamsker Fruchtfolge spielte zu jener Zeit die aus ihr hervorgegangene „*Jaroslawer Vierfelderwirtschaft*" eine große Rolle, bei der nur 4 Felder vorhanden sind. Brache — Roggen — Klee — Sommerung. Der Klee wird in Roggen alle 2 Jahre eingesät und 2 Jahre genutzt. Die Aufeinanderfolge ist aber für jedes einzelne Feld dieselbe wie bei der Wolokolamsker Fruchtfolge: Brache — Roggen — Klee — Hafer — Brache — Roggen — Hafer.

Um sich diesen Übergang klarer vorstellen zu können, wollen wir folgende Tabelle beachten, die den Fruchtwechsel während 8 Jahren auf 8 Feldern der Wolokolamsker Fruchtfolge zeigt:

	1. Feld	2. Feld	3. Feld	4. Feld	5. Feld	6. Feld	7. Feld	8. Feld
1900	Brache	Roggen	Klee	Klee	Sommerg.	Brache	Roggen	Sommerg.
1901	Roggen	Klee	Klee	Sommerg.	Brache	Roggen	Sommerg.	Brache
1902	Klee	Klee	Sommerg.	Brache	Roggen	Sommerg.	Brache	Roggen
1903	Klee	Sommerg.	Brache	Roggen	Sommerg.	Brache	Roggen	Klee
1904	Sommerg.	Brache	Roggen	Sommerg.	Brache	Roggen	Klee	Klee
1905	Brache	Roggen	Sommerg.	Brache	Roggen	Klee	Klee	Sommerg.
1906	Roggen	Sommerg.	Brache	Roggen	Klee	Klee	Sommerg.	Brache
1907	Sommerg.	Brache	Roggen	Klee	Klee	Sommerg.	Brache	Roggen

Nehmen wir jede beliebige Spalte, die dem einen oder dem anderen Jahr entspricht, so sehen wir, daß immer zwei Felder mit Klee, zwei mit Sommerung, zwei mit Winterung und zwei mit Brache besetzt sind. Wenn wir z. B. jede senkrechte Spalte streichen, die den geraden Felderzahlen entspricht, so werden dennoch in jedem Jahr sowohl Brache- als auch Roggen-, Klee- und Haferschläge vorhanden sein. Nur der Klee ist dann in einem Jahre 1 Jahr, im anderen 2 Jahre alt. Also wird er einmal in zwei Jahren gesät werden müssen und nicht jedes Jahr wie in der Achtfelderwirtschaft.

Diese Fruchtfolge stammt aus dem Dorfe Iwachowo des Gouvernements Jaroslaw, wo der Kleebau im Jahre 1805 von SAMARIN aufgenommen wurde. Eine gleiche Kombination ist bei der Saat des Klees nach Hafer möglich. Hier haben wir es also mit einem Fall zu tun, wo die Zahl der Schläge im Raum (4) mit der Zahl der aufeinanderfolgenden Schläge in der Zeit (8) nicht übereinstimmt. Obgleich die Jaroslawer Vierfelderwirtschaft mit ihren 4 Feldern auch an die wiederholt erwähnte Norfolker Fruchtfolge (Hackfrucht — Sommerung — Klee — Winterung) erinnert, so ist dort keine Brache vorhanden; ferner entsprechen die 4 Felder auch den 4 Jahren der Aufeinanderfolge. Der Klee wird ohne Lieschgras gesät, er wird 1 Jahr genutzt, geht der Winterung voran und folgt nicht auf sie, weil er nach Sommerung gesät wird. Vor der Sommerung stehen Hackfrüchte, welche die Brache ersetzen.

Der Hauptvorzug der Jaroslawer Vierfelderwirtschaft im Vergleich mit der Wolokolamsker Fruchtfolge war die *Erleichterung der Aufteilung der bäuerlichen Felder in* 4 *Schläge* anstatt in 8. Als Nachteil ist aber der Umstand anzusehen, daß der Klee des ersten und zweiten Jahres sowohl nach seiner Erntemasse als auch nach dem Verhältnis zwischen Klee und Lieschgras nicht gleichaltrig ist; daher einige Ungleichmäßigkeiten im Laufe der Jahre in Menge und Qualität des Kleeheues. Außerdem hat irgendein Mißerfolg der Kleesaat einen völligen Heumangel in der Wirtschaft zur Folge; dann ist das Vorhandensein zweier Kleeschläge wie in der Achtfelderwirtschaft eine Versicherung gegen solche schroffen Schwankungen.

Alles dies kann man auch dadurch vermeiden, daß man im Grundplan vier Felder beibehält, aber die Halbierung eines Teiles der Felder zuläßt, und zwar:

1. Brache 2. Roggen 3. $\frac{\text{Hafer}}{\text{Klee}}$ 4. $\frac{\text{Hafer}}{\text{Klee}}$

Der Nachteil der Folge Hafer auf Hafer, der bereits nicht so groß ist im Vergleich mit den anderen Nachteilen, die in Kauf genommen werden, um die vier Felder beizubehalten, kann dadurch beseitigt werden, wenn man anstatt des ersten Hafers Pferdebohnen, Linsen oder Erbsen anbaut, was auch aus anderen Gründen wünschenswert ist; das gleiche erfolgt auch bei der Einführung der Kartoffel in die Fruchtfolge.

Wenn in den 90er Jahren die einzige Aufgabe darin erblickt wurde, den Klee zur Ergänzung der vorherrschenden Körnerfrüchte einzuführen, so ist heute, nachdem der Nährwert der Kartoffeln von der Bevölkerung durch die Erfahrungen der Nachkriegsjahre (1919—22) mehr als früher erkannt worden ist, und die Kartoffel aus den Gemüsegärten auf die Felder hinausgewandert ist, der Übergang von der übriggebliebenen Dreifelderwirtschaft zu den Fruchtfolgen, die neben Getreide nicht nur für Klee sondern auch für Hackfrüchte Platz haben, wie wir es im klassischen Beispiel der Norfolker Fruchtfolge sehen, von größtem Interesse. Wenn diese Fruchtfolge in ihrer reinen Form bis jetzt im Gebiet der Waldböden Rußlands noch keine Anwendung gefunden hat (in den Wirtschaften mit technischen Nebenbetrieben in der Schwarzerdezone ist sie dagegen möglich), so ist die Tendenz der Annäherung an diese Fruchtfolge deutlich ausgeprägt.

Im Kapitel über die Kartoffel haben wir bereits früher solche *Klee-Kartoffel-Fruchtfolgen* erwähnt. Deswegen sei hier daran erinnert, daß hierbei das Hauptinteresse bereits mindestens 5schlägige Fruchtfolgen verdienen, weil innerhalb der Vierfelderwirtschaft die 2jährige Nutzung des Klees mit Einführung der Kartoffeln nur sehr schwer zu erreichen ist. Wenn wir die Zahl der Schläge über 5 erhöhen, erhalten wir natürlich ein bedeutendes Anwachsen der Anzahl der Variationen und eine größere Möglichkeit der Auswahl; aber unter den Verhältnissen der bäuerlichen Wirtschaft vermeidet man es gewöhnlich, die Zahl der Felder zu vergrößern.

Es folgen *Beispiele von Klee-Kartoffel-Fruchtfolgen*:

1. 40% unter Klee, ohne reine Brache (verlängerte Norfolker Fruchtfolge): Hackfrucht — Sommerung — Klee — Klee — Winterung.

Diese Fruchtfolge unter dem Namen „englische Fünffelderwirtschaft" wurde schon lange auf dem Versuchsfeld in Gorki geprüft[1].

2. 20% unter Klee, ebensoviel mit Brache und mit jeder der anderen Früchte: Brache — Winterung — Kartoffeln — Sommerung — Klee mit Lieschgras (auf einem Schlage außerhalb der Fruchtfolge).

In diesem Falle kann man den Klee je nach Bedarf sowohl in Winterung als auch in Sommerung einsäen, einmal in 2 oder 3 Jahren.

3. Dasselbe Verhältnis der Flächen, aber mit Kleeuntersaat alljährlich in ein Zehntel der Fläche[2]. 1. Brache, 2. Roggen, 3. $\frac{\text{Klee}}{\text{Kartoffeln}}$, 4. $\frac{\text{Klee}}{\text{Kartoffeln}}$, 5. Sommerung.

Endlich kann man dieselbe Aufgabe bei 4 Feldern dadurch lösen, daß man die Kartoffeln an Stelle der Brache in die Jaroslawer Fruchtfolge einführt. Beim Klee bleiben dieselben Gründe für und wider bestehen, die wir weiter oben angeführt haben, aber Kartoffeln kann man im Norden nur dann vor Roggen bauen, wenn die Kartoffeln vor ihrer Reife geerntet werden.

Diese Fruchtfolge wurde vom Agronomen Woleiko vorgeschlagen und ist deswegen interessant, weil sie die Tendenz zeigt, sich der Norfolker Fruchtfolge zu nähern. Man könnte sie die „umgekehrte Norfolker Fruchtfolge" nennen. Bei demselben Flächenverhältnis unter 4 Kulturpflanzen folgt hier auf die Hackfrucht Winterung und nicht Sommerung wie bei der Norfolker Fruchtfolge; nach Klee folgt umgekehrt eine Sommerung. In Wirklichkeit ist hier aber der Unterschied größer, weil wir es mit einer versteckten achtfeldrigen Fruchtfolge zu tun haben, ohne die eine zweijährige Nutzung des Klees unmöglich wäre.

Von den anderen Fruchtfolgen wollen wir hier nur folgende achtfeldrige Fruchtfolge erwähnen, die gestattet, ein Viertel der Fläche unter Roggen, Hafer und Klee bei Verringerung der Kartoffel- und Bracheflächе beizubehalten: Brache — Winterung — Kartoffeln — Sommerung — Klee — Klee — Winterung — Sommerung.

Es ist eine ganz andere Variation der achtfeldrigen Fruchtfolge mit demselben Flächenverhältnis möglich wie in der Jaroslawer und Wolokolamsker Fruchtfolge: Brache — Winterung — Klee — Klee — Brache — Winterung — Kartoffeln — Hafer. Dabei kann man 4 Grundschläge einrichten, aber zwei von ihnen halbieren[3].

Aber dafür entsteht hier ein zu großer Gegensatz zwischen den Belangen des Roggens und der Kartoffel (wenn man von den Gegenden in der Nähe der Stadt absieht, wo die Kartoffel früh geerntet und als Speisekartoffel verkauft werden kann), so daß die Frage auftaucht, ob es nicht geringere Mühe machen würde, wenn man in diesem Falle folgende Fruchtfolge innehält: Hafer (oder Gerste) — Roggen — Kartoffeln, indem man den Klee aber mit Lieschgras auf einem Schlage außerhalb der Fruchtfolge anbaut. Oder aber, man kann, weil diese Fruchtfolge aus dem Norden stammt, wo Gerste als Brotgetreide großen Wert besitzt („nördlicher Weizen"), in der Fruchtfolge von Woleiko auf dem Teil des Kartoffelschlages, der zur Bestellung des Roggens zu spät frei wird, den Roggen durch Gerste ersetzen. Es ist im Norden indessen besser, die Brache mit Wickhafer zu bestellen, z. B. 1. Wickhafer, 2. Roggen, 3. $\frac{\text{Klee}}{\text{Kartoffeln}}$, 4. $\frac{\text{Klee}}{\text{Hafer}}$.

Dort, wo nicht soviel Wert auf Roggen gelegt wird, kann derjenige Roggenschlag, der auf Klee folgt, ausgeschaltet werden. Dann erhalten wir eine typische *siebenfeldrige Fruchtfolge*, die oft in Westeuropa und im Baltikum vorkommt, in der nach Klee der Lein eine gute Stelle findet (Brache — Roggen — Kartoffeln — Hafer — Klee — Klee — Sommerung).

[1] Wiener: Die vielschlägigen Fruchtfolgen des Westgebietes. 1925.
[2] Vorgeschlagen von A. G. Dojarenko.
[3] Siehe Gerken: Die Fruchtfolgen des Moskauer Gebietes. 1926.

Wenn man den Lein auf dem Schlage anbaut, der auf Kartoffeln folgt, und die Brache ausschaltet, so entsteht die *sechsfeldrige Fruchtfolge von* SUBRILIN: Kartoffeln — Lein — Hafer — Klee — Klee — Roggen.

Abgesehen von dem gewöhnlichen Fall, daß der Klee mehr als 1 Jahr das Feld besetzt, wollen wir hier noch eine Stelle für den Klee in der Fruchtfolge anführen. Dies ist die Gewinnung eines Herbstschnittes nach der Ernte der Deckfrucht bei Untersaat des Klees in Roggen (Intensivierung der Fruchtfolge durch Klee, ohne daß dieser einen besonderen Schlag beansprucht). Diese Kombination ist im Südwesten möglich; sie ist auf der Versuchsstation Nossowka mit Erfolg geprüft worden (Gouvernement Tschernigow).

Siehe KULSCHINSKY, 17. Heft der Mitteilungen der Versuchsstation Nossowka. Nachfolgend ein Beispiel des Einflusses der Stoppelfrüchte auf die Nachfrucht:

Hauptfrucht	Stoppelfrucht	Kartoffelertrag im nächsten Jahr dz/ha
Gerste	—	149
Gerste	Futtergerste	134
Gerste	Wickhafer	175
Gerste mit Kleeuntersaat	Klee	191

Die Untersaat des Klees brachte *28 dz/ha Kleeheu* und 42 dz/ha Zuwachs in der Kartoffelernte.

Die günstige Wirkung der Einführung des Klees in die Fruchtfolge macht sich auch noch auf andere Art bemerkbar: 1 große Steigerung der Futtermenge, folglich auch des Stallmistes in der Wirtschaft, bei gesteigertem Stickstoffgehalt beider; 2. eine unmittelbare Einwirkung auf den Boden im Sinne der Stickstoffanreicherung und einer günstigen Strukturgestaltung; und schließlich 3. die Unkrautreinheit des Feldes, wie es von einem gut entwickelten Kleebestand hinterlassen wird.

Die unmittelbare Einwirkung auf den Boden ist dann bedeutender, wenn der Klee ohne Lieschgras gesät wird und früher umgepflügt wird, noch bevor sein Stand dünner wird.

Man nimmt an, daß gut entwickelter Klee durch seine Erntereste vollständig den Stallmist an Stickstoff und organischer Substanz ersetzt. Dies zeigt folgende ungefähre Rechnung. Man nimmt an, daß die Wurzelreste des Klees je Hektar 150—180 kg Stickstoff enthalten. 360 dz Stallmist enthalten bei $^1/_2$% Stickstoff 180 kg Stickstoff. An organischer Substanz ergeben die Wurzelreste 75—90 dz/ha; der Stallmist (360 dz) ergibt, wenn man in ihm 25% Trockensubstanz annimmt, ebenfalls je Hektar 90 dz organische Substanz.

WERNER (in Proskau) fand, als er den Boden eines Kleefeldes nach 1jähriger Kleenutzung auf eine Tiefe von 26 cm untersuchte, 9976 kg Wurzelreste und in diesen 214,6 kg Stickstoff, 83,9 kg Phosphorsäure, 90 kg Kali und 29,2 kg Kalk je Hektar.

Wird Klee also mit Kainit, Gips und Phosphaten gedüngt und entwickelt er sich gut, so kann die Nachfrucht einen vollständig vorbereiteten Boden vorfinden, der keines Stallmistes mehr bedarf.

Dies fand seine Bestätigung, abgesehen von dem Versuch im Westen, auch in den unmittelbaren Mitteilungen vieler unserer Wirtschaften. Sogar noch vor der Zeit, bevor die Versuchsstationen ihre Arbeiten mit der Untersuchung des Klees aufnahmen, wurde z. B. in einem Falle eine Durchschnittsroggenernte nach Stallmist mit 29 hl; nach Klee dagegen mit 30 hl; nach gedüngter Brache aber mit 19 hl erzielt. Außer den oben angegebenen Ursachen spielte hier, wie es auch gewöhnlich der Fall ist, der Umstand eine große Rolle, „daß der Boden, der mit Klee bestanden war, eine vorzügliche lockere und samtartige Struktur besaß“[1].

[1] KOSHIN: Landw. Ztg 1889, 863.

Es ist bekannt, daß der Klee außer für Winterung auch noch für Lein eine gute Vorfrucht ist. Auf den Feldern der Station Schatilowo übte der Klee auch auf die nachfolgende Hirse eine sehr gute Wirkung aus.

Früher war man der Meinung, daß der Klee im Schwarzerdegebiet zum Unterschied von dem feuchten Norden keine gute Vorfrucht für Winterung sein könne, weil er den Boden austrocknet. Es müßte dort auf ihn Sommerung folgen. Das eingehendere Studium dieser Frage durch die Versuchsstationen zeigte aber, daß hier die Verarmung des Bodens an Phosphorsäure mit der austrocknenden Wirkung des Klees auf den Boden verwechselt wurde. Auf alle Fälle zeigte sich für das Gouvernement Charkow, daß der Klee eine ausgezeichnete Vorfrucht für Winterung ist, wenn zu ihr gedüngt wird[1]. Für Tschernigow und die benachbarten Gouvernements wies die Station Nossowka nach, daß die Kombination von Klee mit einer Phosphatdüngung 6 dz je Hektar Mehrertrag an Getreidekörnern liefert. Phosphatdüngung ohne Klee dagegen gibt bloß einen Mehrertrag von 1,5 dz.

Man muß aber im Auge behalten, daß, falls wir es mit einer Mischung von Klee und Lieschgras zu tun haben und diese Mischung 3 Jahre nutzen, wobei im 3. Jahre ausschließlich Lieschgras wächst, das letztere in erster Linie von dem vom Klee angesammelten Stickstoff Nutzen zieht. Wenn natürlich das Lieschgras nicht der Wirtschaft durch Verkauf entzogen wird, so gelangt der vom Klee gesammelte und vom Lieschgras aufgenommene Stickstoff (ebenso wie der Stickstoff der oberirdischen Teile des Klees) wiederum in den Dünger und wird dem Boden zurückgegeben, sofern dieser sachgemäß aufbewahrt wird. Trotzdem kann die auf das Lieschgras folgende Winterung gut auf eine Stallmistdüngung reagieren.

Saatgut und Saat. Wenn wir zur Betrachtung der *Kleesaat* übergehen, müssen wir in erster Linie darauf hinweisen, daß es unbedingt notwendig ist, der *Auswahl der Samen große Beachtung zuzuwenden.* Die Kleesamen sind sehr klein (normalerweise rechnet man auf 1 kg 570000 Samen), weswegen es sehr schwer ist, die Samen von den kleinen Unkrautsamen zu befreien, von denen die Samen der Kleeseide sehr gefährlich sind[2]. Daher ist notwendig, nicht nur die Menge sondern auch die Art der beigemischten Unkrautsamen festzustellen. Neben der direkten Bedeutung hat die Art der Beimischungen auch noch insofern unmittelbare Bedeutung, weil sie bis zu einem gewissen Grade auf *die Herkunft der Samen* schließen läßt.

Bei charakteristischen Unkrautbeimischungen, insbesondere bei der Bestimmung des amerikanischen Klees, empfiehlt es sich, gleichzeitig mit der Bestimmung der Keimfähigkeit einen Teil der Samen an einem beleuchteten Ort auszusäen und nach 7—12 Tagen die Entwicklung des Stengels des ersten Blattes zu beobachten, wenn er 1—2 cm lang ist. Beim amerikanischen Klee stehen die Härchen in diesem Stadium senkrecht zu dem Stengel, bei den europäischen Sorten dagegen sind sie nach oben gerichtet und schmiegen sich sogar manchmal an den Stengel an. In den späteren Entwicklungsstadien des Blattes gleichen sich diese Eigentümlichkeiten aus[3].

Ferner ist es notwendig, sich von dem *Alter* der Samen zu überzeugen, wozu man sich teilweise subjektiver Merkmale bedienen kann, z. B. der *Farbe* und des *Glanzes*; die frischen Samen sind glänzend und zeigen violette und gelbe Schattierung.

Nach Fruwirth sind die dunkelvioletten Samen im Durchschnitt größer als die bunten und gelben Samen derselben Herkunft. Bei der Aussaat der einen wie der anderen Samen, getrennt voneinander, stellt sich eine gewisse Tendenz heraus, die Farbe zu vererben[4].

[1] Siehe die im Kapitel über das Getreide gemachten Ausführung.

[2] Näheres über die Kleeseide (Cuscuta) siehe weiter unten.

[3] Siehe Ross: Die Herkunftsbestimmung von Rotklee. Landw. Versuchsstat. 56.

[4] Siehe Versuchsstat. 55, 439.

Die alten Samen sind gewöhnlich dunkel, mit vorherrschender brauner bis roter Färbung bei nicht mehr keimfähigen Samen.

Wenn man die *Keimfähigkeit* und die *Reinheit* berechnet, bestimmt man den Gebrauchswert der Samen, d. h. den prozentuellen Anteil der reinen und keimfähigen Samen am Gesamtgewicht des Saatgutes.

Nach Mitteilungen von Prof. W. R. Willjams wird die Qualität der von ihm untersuchten Samen des russischen Bauernklees durch folgende Durchschnittszahlen charakterisiert:

Keimfähigkeit . .	90,58 %	Abfall	12,54 %
Reinheit	83,20 %	Unkrautsamen . .	4,26 %
Verunkrautung . .	16,80 %	Gebrauchswert . .	75,36 %

Folgende *Unkrautbeimischungen* kommen am häufigsten vor: Chenopodium album, Phleum pratense, Trifolium repens, Rumex acetosella, Polygonum aviculare und lapathifolium, Rumex crispus, Plantago lanceolata, Setaria viridis, Apera spica venti, Echinospermum Lappula, Prunella vulgaris u. a. m.[1]. Außerdem hört man oft von einer Verunkrautung des Klees durch das gabelige Leimkraut (Silene dichotoma), das im Süden und in den südwestlichen Gouvernements häufiger vorkommt[2].

Das gabelige Leinkraut kommt in großen Mengen in den Kleesaaten der Gouvernements Charkow, Wolhynien, Podolien und Kijew vor und ist recht oft in den Kleesaaten der Gouvernements Tschernigow und Minsk enthalten. Die Größe der Leinkraut- und Kleesamen ist beinahe dieselbe, was die Reinigung erschwert. Dasselbe bezieht sich auch auf die Samen des Wegerichs. Es empfiehlt sich, beim Anbau des Klees zur Samengewinnung das Leinkraut rechtzeitig durch Jäten zu entfernen, ebenso auch den Wegerich, indem man hierzu eine Hacke oder ein speziell hierfür geeignetes Gerät verwendet.

Die gefährlichste Beimischung, die *Kleeseide*, ist ebenfalls keine Seltenheit; z. B. beobachtete die Kijewer Samenkontrollstation in der Vorkriegszeit, daß 7—17 % der Gesamtzahl der in den verschiedenen Jahren untersuchten Samen damit verunreinigt waren.

Abgesehen von den normal keimenden und den nicht keimfähigen Kleesamen, die zur Fäulnis neigen, kann der Klee auch noch einen mehr oder weniger großen Prozentsatz an solchen Samen enthalten, die bei der Prüfung in einem Keimapparat lange Zeit daliegen, ohne zu keimen, aber auch ohne zu faulen; dies sind Samen, die nur *schwer quellen*. Es genügt, ihre Schale anzuritzen, damit sie Wasser aufnehmen und normal keimen können. Weil man solche Samen einerseits nicht zu den nicht keimfähigen rechnen kann, sich ihre Keimung andererseits aber lange hinausziehen kann, so hat es sich eingebürgert, nur ein Drittel der nicht gequollenen Samen zu den keimfähigen zu rechnen. Ist der Prozentsatz der nicht gequollenen Samen groß, so reibt man die Samen mit pulverisiertem Glas oder in besonderen Apparaten, womit die Undurchlässigkeit der Samenschale beseitigt werden kann.

Weil die Zahl der nichtquellenden Samen während der Lagerung immer geringer wird, so kann man ein vorübergehendes Steigen der Keimfähigkeit beobachten[3].

Die *Aussaatstärke* hängt von der Qualität der Samen und vor allem von dem Gebrauchswert ab. Es ist selbstverständlich, daß Samen mit hohem Gebrauchswert in geringerer Stärke ausgesät werden und umgekehrt. Infolge der Kleinheit der Samen ist die Aussaatmenge verhältnismäßig gering; im Durchschnitt etwa

[1] Siehe auch Burchard: Die Unkrautsamen der Kleesaaten (mit Abb.). 1900.

[2] Näheres siehe bei Larionow: Kleeseide, Leinkraut, Wegerich und Sauerampfer als Schädlinge der Leguminosen-Samen. Dep. f. Landw. 1913.

[3] Siehe Beispiele bei Lissizyn und Romanowsky-Romańko: Arbeiten der angewandten Botanik. 1911.

20 kg je Hektar bei Reinsaat, wenn die Keimfähigkeit nicht unter 85 % liegt und der Gebrauchswert etwa 80 % beträgt. Der Klee wird sehr oft *mit Lieschgras gemischt* ausgesät; dann ist die Aussaatmenge des Klees geringer. Dies wird entweder dadurch veranlaßt, daß sich der Boden für Klee nicht ganz eignet, oder aber noch häufiger dadurch, daß man bestrebt ist, regelmäßige Heuernten von der betreffenden Fläche im Laufe mehrerer Jahre zu gewinnen, als bei reiner Kleesaat, weil das Lieschgras ausdauernder ist und den besten Schnitt nicht in seinem zweiten Entwicklungsjahre wie der Klee liefert, sondern im dritten, manchmal im vierten Jahr. Außerdem nimmt man an, daß bei solcher Saat der Boden besser ausgenutzt wird, weil Klee und Lieschgras ihre Wurzeln nicht in gleicher Tiefe entwickeln und nicht dasselbe Nährstoffverhältnis im Boden verlangen. Schließlich können Überlegungen über den anfallenden Futtergewinn von der einen oder anderen Mischung ebenfalls auf die Auswahl der reinen oder gemischten Aussaat einwirken. Das Verhältnis der Klee- und Lieschgrassamen in der Mischung kann recht verschieden sein (11 + 11, 11 + 7,5, 13 + 5,7, 15 + 3,7, 15 + 7,5 kg usw.), wobei das Lieschgras um so stärker vertreten ist, je größere Bedeutung man der Mischung für mehrere Jahre beimißt und nicht nur für ein Jahr, wie dies oft bei reiner Kleesaat der Fall ist.

Zeit und Art der Einsaat hängen von der Deckfrucht ab; die Deckfrucht kann, wie bereits ausgeführt, Winterfrucht und auch Sommerfrucht sein. Die Einsaat in die Winterung erfolgt gewöhnlich im zeitigen Frühjahr, und zwar entweder schon auf den Schnee, wenn das Feld eben ist (bei geneigter Lage des Feldes werden die Samen oft durch das Schneewasser fortgespült), oder sofort nach Abschmelzen des Schnees; jedenfalls aber immer schon auf einen noch nicht ganz aufgetauten Boden, um auf dem Felde besser gehen zu können. Oder aber es wird später gesät, in die aufgetaute Bodenoberfläche, aber an einem frostigen Morgen, wenn die obere Bodenschicht zugefroren ist und die Fortbewegung auf dem Felde keine Schwierigkeiten macht (der Sämann sinkt nicht ein). In den angeführten Fällen erfolgt die Einsaat so früh, damit die Sämann im Boden noch eine genügende Feuchtigkeitsmenge vorfinden. Gesät wird breit, kreuz und quer, oft mit der Hand, wobei die Samen für eine bessere Verteilung mit Sand oder Erde gemischt werden[1] oder mit Handsämaschinen.

Erfolgt die Einsaat nicht so früh, so wird die Winterung vor der Einsaat geeggt. Diese Maßnahme ist dem Getreide selbst nicht schädlich (oft sogar nützlich), für den Klee aber ist sie sehr nützlich.

Dabei sind zwei Fälle möglich: 1. Zuerst werden die Kleesamen gesät und dann wird geeggt; 2. zuerst wird geeggt und dann werden die Kleesamen mit Hilfe einer Walze untergebracht. Den zweiten Fall wendet man an, wenn die Oberfläche grob ist und die Egge die Kruste in verhältnismäßig große Stücke zerreißt.

In diesem Falle ist also auch bei Einsaat in Winterung die Unterbringung der Samen und eine spätere Einsaat möglich. Gewöhnlich aber werden die Samen überhaupt nicht untergebracht, weil die Samen am feuchten Boden kleben und vor dem Austrocknen des Bodens etwas in den Boden einsickern. In Deutschland wird der Klee manchmal in die Winterung schon im Herbst eingesät, und zwar so früh, daß sich die jungen Pflanzen bis zum Winter kräftig entwickeln können. Bei uns ist eine solche Einsaat recht gefährlich, weil die schwachen Herbstpflänzchen im Winter erfrieren. So aber zu säen, daß die Pflanzen nicht im Herbst,

[1] Dies ist nicht notwendig und wird gewöhnlich nur dann angewandt, wenn der Sämann nicht gewohnt ist, Klee zu säen. Es muß noch bemerkt werden, daß bei einer solchen Mischung mit Sand diese Mischung bei Erschütterungen nach einiger Zeit ihre Gleichmäßigkeit verliert. Wird der Klee ohne diese Beimischung gesät, so werden die Samen nicht mit der ganzen Hand, sondern nur mit drei Fingern gestreut.

sondern erst im Frühjahr auflaufen (wie von vielen Seiten empfohlen wird), ist eine Aufgabe, die nicht leicht zu lösen ist. Aber auch selbst beim Gelingen in dieser Hinsicht können die Pflanzen unter den ungünstigen Verhältnissen des zeitigen Frühjahrs leiden.

Bei gleichmäßiger Untersaat der Futterpflanzen haben wir auf dem Versuchsfeld der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje bei einem Nutzungsjahr folgende Ergebnisse erzielt:

	Klee %	Lieschgras %	Beimischungen %
Einsaat im Herbst	8,2	76,6	15,2
„ „ Frühjahr . . .	76,8	14,8	8,4

Bei der Einsaat im Herbst litt der Klee stark unter Frost, in Verbindung damit beobachtete man ein Vorherrschen des Lieschgrases und ein Sinken der Erträge.

Mitteilungen von A. A. Kalusky[1]. Aber es wurde beobachtet, daß bei der Einsaat im Juni der Klee so gut Wurzeln faßte, daß er bereits den Winter glücklich überstand (Gouvernement Nowgorod)[2].

Die Frühjahrseinsaat des Klees in Sommerung fällt natürlich in eine spätere Zeit als eine solche in Winterung. Zuerst wird die Deckfrucht ausgesät, die eine tiefere Unterbringung verlangt als der Klee. Dann erst wird der Klee mit der Hand oder mit der Drillmaschine eingesät und untergebracht. Die Unterbringung erfolgt möglichst flach, nicht tiefer als 1—2 cm, mit einer Egge, die mit den Zähnen nach oben gekehrt arbeitet, mit einer Reisigschleppe oder einer leichten Walze. Oft wird auch Drillsaat angewandt, wozu man gewöhnliche Drillmaschinen anwendet; nur stehen die Trichter dichter als beim Getreide. Auf feuchten Böden und in feuchtem Klima, die eine rasche und üppige Entwicklung des Klees bedingen, so daß der Klee bei dieser Gelegenheit die Deckfrucht verunkrautet (was bei den südlichen Kleearten mehr der Fall ist), erfolgt die Einsaat des Klees erst dann, wenn die Deckfrucht schon aufgelaufen ist. Ist die Deckfrucht aber noch nicht aufgelaufen, und sät man den Klee trotzdem, so läßt man wenigstens eine gewisse Zeit von der Bestellung der Deckfrucht ab verstreichen.

Auf die Frage, welche Einsaat den Vorzug verdient, in Winterung oder in Sommerung, ist noch keine allgemeine Lösung gefunden worden; beide Richtungen haben ihre Anhänger und Gegner. Für die Einsaat in Winterung wird gewöhnlich darauf hingewiesen, daß der Klee dabei der Düngung nähersteht (dieser Grund hat auf armen Böden, besonders bei Mangel an künstlichen Düngemitteln, seine Bedeutung). Infolge der zeitigeren Einsaat aber findet er im Boden mehr Feuchtigkeit vor, wodurch ein schnelleres Wachsen und eine bessere Entwicklung bewirkt wird als bei einer Einsaat in Sommerung, die unbedingt später und folglich auch bei trockenem Wetter erfolgen muß. Andere sagen, daß bei der Einsaat in Winterung die Kleesamen im Frühjahr auf groben Boden fallen, weswegen das Wachstum erschwert und verlangsamt wird, und daß man umgekehrt bei Einsaat in Sommerung mit dieser Unannehmlichkeit nicht zu rechnen braucht, weil man bei der Frühjahrsbearbeitung des Bodens zur Deckfrucht die Empfindlichkeit der Kleesamen für eine Bodenbearbeitung in Betracht ziehen und den Boden in der gewünschten Richtung bearbeiten kann. Es möchte scheinen, daß im Norden bei der großen Feuchtigkeitsversorgung, die Einsaat in Sommerung geeigneter wäre, im Süden aber infolge des Feuchtigkeitsmangels in Winterung.

[1] Nachr. d. Landw. Inst. 2 (1903).

[2] Siehe den Aufsatz von Iljaschewitsch: Die Einsaat des Klees in die Brache. Z. Landw. 1910, Nr 13.

Aber auch dies wird in der Praxis nicht unbedingt bestätigt. Vielleicht werden sich für die erste Hälfte dieser Vermutung (d. h. im Norden in eine Sommerung zu säen) mehr Anhänger finden als für die zweite[1].

Die Ergebnisse unserer Farm zeigen ein gewisses Plus zugunsten der Einsaat in Sommerung, obgleich dieses Plus auch nicht groß war. Auf der Farm Peterhof (Riga) wurde ein besserer Klee nach Winterroggen als nach Sommerung beobachtet (Knierim).

Zieht man noch in Betracht, daß erfahrene Landwirte von Jahr zu Jahr ihre Meinung über die Saatzeit ändern und, nachdem sie z. B. lange Zeit in Winterung einsäten, anfangen, in Sommerung einzusäen oder umgekehrt, und daß man manchmal gleichzeitig beide Methoden anwendet[2], so scheint es wahrscheinlich, daß der Vorzug der einen oder der anderen Einsaat auch noch von veränderlichen Verhältnissen, von meteorologischen Verhältnissen, abhängt. Aber jedenfalls ist die Drillsaat des Klees, die auch hier der Breitsaat vorzuziehen ist, eher bei der Einsaat in Sommerung möglich[3].

Der keimende Klee bringt seine Keimlappen an die Oberfläche. Danach entwickelt sich das erste Blättchen (einfach) und die folgenden Blätter, die dreifach, ganzrandig und zart bewimpert sind, die oberen auf kurzen, die unteren auf etwas längeren Stielen, Der Hauptstengel bringt keine Blüten hervor, er bleibt kurz, mit gedrängten Internodien und wird dicker. In der Wurzelentwicklung muß man die Eigentümlichkeit hervorheben, daß sie nach dem Erreichen einer bestimmten Länge anfängt, kürzer zu werden. In den Versuchen von de Vries[4] erreichte diese Verkürzung 10 % der ursprünglichen Länge. Der untere Teil des Stengels mit den Knospen wird dadurch in den Boden eingezogen, wodurch er mehr vor Beschädigungen durch Tiere geschützt wird. Nach den Versuchen von Lissizyn auf der Station Schatilowo (1913—1915) erreicht diese Vertiefung des Wurzelhalses beim Permer Klee bereits im zweiten Jahre fast 2 cm. Sie setzt sich auch im zweiten und dritten Lebensjahr der Pflanze fort und wird allmählich immer geringer. Im allgemeinen ist die Vertiefung bei den nördlichen Kleearten stärker als bei den südlichen, weil sie längere Wurzeln haben. Aber dennoch gibt es keine direkte Beziehung zwischen der Winterfestigkeit und der Tiefe des Einsinkens des Wurzelhalses, weil die südlichen Kleearten im Norden, trotzdem der Wurzelhals in den Boden gezogen wird, erfrieren. Die folgenden Zahlen beleuchten die Größe dieses Einsinkens des Wurzelhalses in den Boden bei Kleearten verschiedener Herkunft:

Klee aus Tula	4,0 cm	Klee aus Perm	3,83 cm
„ „ Nordschweden . .	3,99 „	„ „ Podolien	3,23 „
„ „ Orel	3,98 „	„ „ Südfrankreich . .	3,21 „[5]

Für den Charakter und die Verbreitung des Wurzelsystems des Klees in der Tiefe fand Thiel, der die Zahl der Wurzeln in verschiedenen Tiefen auf einer Fläche von 30 qm zählte, folgendes:

In einer Tiefe von	25	cm	waren	100	Wurzeln	vorhanden,				
„ „ „	„	45	„	„	33	„	„			
„ „ „	„	65	„	„	20	„	„			
„ „ „	„	85	„	„	6	„	„			
„ „ „	„	95	„	„	2	„	„			
„ „ „	„	145	„	„	vereinzelt	Wurzeln.				

[1] Siehe die Überlegungen zugunsten der Einsaat in Sommerung für das Schwarzerdegebiet im Aufsatz von Erpulew: Z. Landw. 1909.

[2] Hierdurch werden die Fruchtfolgen komplizierter (vgl. die Fruchtfolge unserer Farm in der Zeit 1900—1910).

[3] Übrigens zeigt sich auch hier die Einwirkung der örtlichen Verhältnisse (siehe 6. Bericht der Station Schatilowo, S. 174).

[4] Landw. Jb. 6 (1877).

[5] Lissizyn: Der russische Kulturklee. 1926.

Die Entwicklung der Wurzeln in der Tiefe hängt von der Durchlässigkeit des Bodens und der Verteilung der Nährstoffe in seinen Schichten ab. Je durchlässiger der Boden ist, je tiefer die Nährstoffe verteilt sind, und je gleichmäßiger diese Verteilung ist, desto tiefer dringt das Wurzelsystem ein und umgekehrt[1]. Im ersten Jahr bildet der Klee nur eine Rosette von Wurzelblättern, die sich an den Internodien des kurzen Hauptstengels entwickeln; deswegen sind diese Blätter so dicht aneinandergerückt, daß es scheint, als wenn sie von einer Stelle entspringen. Im zweiten Jahr entwickeln sich aus den Knospen in den Achseln dieser Blätter sekundäre Stengel, die sich aufrichten und Blüten tragen. Diese Stengel bedingen auch die Ernten des ersten und des zweiten Jahres, weil sie nach dem Abschneiden Stengel dritter Ordnung bilden können.

Wenn sie sich aus den Knospen, die in den Achseln der abgeschnittenen Stengel sitzen, bilden. Sie können sich aber auch aus den Knospen des (verkürzten) Hauptstengels bilden.

Im ersten Lebensjahr bringt der Klee gewöhnlich sehr wenig Masse, welche sich dabei sehr spät entwickelt. Deswegen wird der Klee im ersten Jahr sehr oft nicht gemäht, um die Pflanze nicht zu erschöpfen, was manchmal auch durch die Überlegung begünstigt wird, daß die Entfernung der Stoppeln der Deckfrucht beim Mähen des Klees ein Ausfrieren des Klees zur Folge haben kann; der Schnee wird leichter fortgeweht. Entwickelt sich aber der Klee in einem feuchten und warmen Herbst üppig, bildet er eine große Masse von Wurzelblättern, und fangen auch einzelne Pflanzen an, Stengel zu bilden, so ist es in diesem Falle notwendig, den Klee abzumähen oder durch das Vieh abweiden zu lassen, weil sonst die Pflanzen im Winter ausfaulen können. Das Mähen, das nicht zu spät erfolgen darf, muß dem Abhüten vorgezogen werden, weil bei einem nicht zu niedrigen Abschneiden die Pflanzen nicht so erschöpft werden, während das Vieh, vor allem die Schafe, durch das wiederholte Abfressen bis zur Erde die Pflanzen zu sehr schwächen können, was vor dem Winter gefährlich ist. Ist aber das Abhüten aus irgendeinem Grunde notwendig, so empfiehlt es sich, das Vieh vorher mit etwas anderem zu füttern; es wird dann wählerischer, und nicht sämtliche oberirdischen Pflanzenteile werden vernichtet. Das Vorfüttern des Viehes ist auch noch deshalb ratsam, weil das Vieh dadurch vor dem Aufblähen geschützt wird, was durch das Fressen großer Mengen jungen Klees hervorgerufen wird.

Im Frühjahr des *zweiten Jahres* wird der Klee geeggt und manchmal gejätet, obgleich diese letztere Maßnahme gewöhnlich überflüssig ist, wenn der Klee schnell wächst und die Unkräuter gut unterdrückt.

Das zweite Entwicklungsjahr ist das erste Jahr der Kleenutzung und damit das Jahr der Gewinnung der größten Schnitte. Bei uns wird im Norden gewöhnlich nur ein Schnitt genommen; im Ausland und bei uns im Südwesten mäht man infolge des längeren Sommers gewöhnlich zweimal. Dort wird der Klee meistens für ein Jahr gesät und wird nach zwei Schnitten untergepflügt. Am häufigsten wird der Klee mit Sensen und Grasmähmaschinen gemäht. Bisweilen werden auch Getreideerntemaschinen verwendet. Das *Mähen* des Klees muß zu der Zeit erfolgen, wenn er zu blühen anfängt[2], weil er zur Zeit der Blüte die größte Menge an aufnehmbaren Nährstoffen je Flächeneinheit bringt. Der während der Blüte geerntete Klee enthält 12—13% Rohprotein; dann werden die Stengel grob, weil

[1] Siehe die Arbeiten von KATSCHINSKY und anderen Autoren, die früher zitiert wurden.

[2] Bisweilen wird auch früher gemäht, je nachdem, wozu der zweite Schnitt bestimmt ist, oder ob der Boden für eine Winterung vorbereitet werden muß. Auch wenn man vermeiden will, daß das Heu grobstengelig ausfällt, wobei allerdings die Sorte mitspielt, wird zeitiger gemäht.

der Prozentsatz an Eiweißstoffen geringer wird. Es folgt ein Zahlenbeispiel aus den Mitteilungen von RICHTHAUSEN.

	13. Juni	23. Juni	20. Juli
Eiweiß . . . . %	14	11	9
Rohfaser . . . . %	32	33	40

Diese *Veränderung der Zusammensetzung mit dem Alter* hängt zum Teil von der Veränderung der Verhältnisse zwischen den Pflanzenorganen ab, und zwar sinkt mit dem Alter der Gehalt an Blättern in der Ernte, und es steigt der Gehalt an Stengeln, und gerade die Kleeblätter zeichnen sich durch Eiweißreichtum aus. Diese Verhältnisse sind aus den folgenden Zahlen von DIETRICH ersichtlich:

	Stengel %	Blätter %	Blütenstengel %	Köpfchen %
Anteil an der gesamten Erntemasse des blühenden Klees	59	19	11	11
Eiweißgehalt	11,5	30,4	16,1	16,2

Aber die Ursache liegt nicht nur im Sinken des Prozentgehaltes an Eiweiß mit dem Alter, weil dieses ja durch die Zunahme der Erntemasse ergänzt wird, sondern auch in dem Sinken der Verdaulichkeit des Eiweißes, weil sich Holzfaser entwickelt. Deswegen kann eine Verspätung der Ernte mit Verlusten an verdaulichem Eiweiß je Flächeneinheit verbunden sein; so enthielt nach KELLNER eine Kleeheuernte je Hektar folgende Mengen in Kilogramm:

	Bei der Ernte		
	1. vor der Blüte kg	2. in der Blüte kg	3. am Ende der Blüte kg
Trockensubstanz	3140	4100	4450
Verdauliches Protein	364	365	289
Alle verdaulichen Stoffe . . .	1532	1939	1980[1]

Erfolgt die Ernte aber noch später, so ist ein Verlust nicht nur an verdaulichem Eiweiß sondern auch an der Summe aller verdaulichen Stoffe möglich. So wurde in den Versuchen des landwirtschaftlichen Institutes von Wologda[2] folgendes erhalten (je 400 qm):

Bei der Ernte	zu Beginn d. Blüte kg	in voller Blüte kg	nach der Blüte kg
Heu	157	209	205
Verdauliche organische Stoffe . .	77,5	80,7	53,7

Die *Klee-Ernte* ist mit beträchtlichen Schwierigkeiten verbunden. Der dicke saftige Stengel trocknet viel langsamer als die dünnen und zarten, in trockenem Zustand leicht abbrechenden Blätter. Um den Verlust dieser wertvollsten Teile zu verhindern, wird das Wenden des Klees möglichst vermieden. Die Pflanzen werden in Reihen getrocknet, wobei jene, falls nötig, nicht auseinandergeschlagen, sondern in ganzem Zustande umgedreht werden. Zur endgültigen Trocknung des welkgewordenen Klees werden die Reihen in Wälle und kleine Hocken zusammengebracht. Dort, wo feuchtes Wetter das beschriebene Trocknen erschwert, nimmt man zu Kleereitern seine Zuflucht, manchmal in Form eines doppelseitigen

[1] KELLNER: Fütterung der landwirtschaftlichen Haustiere.
[2] LEMUS: Wann muß der Klee geerntet werden? Wologda 1924.

Daches oder einer dreikantigen Pyramide, deren Kanten von Stangen mit Ästen gebildet werden; auch diese Äste werden mit Querhölzern, welche das Heu halten, belegt. Manchmal werden die Reiter aus Pfählen mit Querhölzern errichtet, auf welche die Kleehocke gehängt wird. In anderen Fällen erhalten die kleinen Hocken senkrecht verlängerte Form und werden mit einem inneren Ventilationskanal versehen; dies wird dadurch erreicht, daß jede Hocke zuerst um einen Pfahl angelegt wird, der mit Stroh umwickelt ist. Darauf werden die Pfähle herausgezogen und dienen zum Anlegen weiterer Hocken. Bei Regenwetter greift man notgedrungen zur Herstellung von Braunheu, oder man errichtet Schober mit Ventilation, damit man nicht ausgetrocknetes Heu ablagern kann.

Zu diesem Zweck wird in dem Schober entweder ein senkrecht verlaufender Ventilationskanal angelegt (mit Hilfe eines Sackes, der mit Gras ausgestopft und mit dem Wachsen des Schobers gehoben wird), oder zwei im unteren Teil des Schobers horizontal verlaufende Kanäle (mit Hilfe von Gräben oder Latten), oder es wird beides ausgeführt[1]. Nach der Methode von KLAPPMEYER wird das etwas getrocknete Heu fest in großen Diemen zusammengelegt, wo es sich bis auf 70^0 erwärmt, was nach 20—30 Stunden eintritt und ein Braunwerden des Klees zur Folge hat. Daraufhin werden die Hocken auseinandergestreut, damit die Feuchtigkeit verdunsten kann und die weitere Erwärmung aufhört.

In verschiedenen Gegenden hat man entsprechend den besonderen klimatischen und wirtschaftlichen Verhältnissen eigene Erntemethoden, wodurch auch diese große Verschiedenheit erklärt wird.

Nach der Ernte, manchmal auch im zweiten Nutzungsjahr, wird der Klee *gegipst*. Diese oberflächliche Düngung ruft, wie bekannt, eine üppigere Entwicklung der vegetativen Pflanzenteile hervor, indem sie in der Ernte den Prozentsatz der Stengel erhöht. Der Gips wird als feines Pulver auf das Kleefeld bei windstillem Wetter und bei Tau gestreut, „wenn er gut an den Pflanzen kleben bleibt und später vom Regen in den Boden abgewaschen wird".

So lautet das übliche Rezept. Wie es oft vorkommt, werden hier zwei Dinge verwechselt: „Kann" und „Muß". Im Falle des Gipses *kann* man so verfahren, weil seine Löslichkeit (etwa 2 : 1000) die Grenze nicht überschreitet, über die hinaus die Lösungskonzentration der Pflanze schädlich sein kann. Etwas anderes ist dies bei Kainit und Asche, welche die Blättchen, die vom Tau benetzt sind, „verbrennen" können; mit diesen Mitteln *muß* man den Klee vor Beginn des Wachstums düngen.

Die Gipswirkung ist manchmal recht bedeutend. So wurden in den Versuchen von ENGELHARDT einmal nach Gips 45 dz gegen 25 dz ohne Düngung erhalten. Bei vielen anderen Versuchen wurde beobachtet, daß der Zuwachs durch Gips vier- bis fünfmal so hoch war wie das Gewicht der gegebenen Düngung (man düngt je Hektar 2,2—3 dz Gips). Samenklee wird gewöhnlich nicht gegipst, um die Lagergefahr zu vermeiden; übrigens hängt dies von der Fruchtbarkeit des Bodens und den klimatischen Verhältnissen ab. Eine ähnliche, manchmal auch höhere Wirkung kann die *Düngung des Klees mit Kainit* zeigen. „Der Kainit muß in vielen Fällen dem Gips vorgezogen werden" schreibt A. N. ENGELHARDT, „und zwar: bei Düngung des Klees auf armen Böden in alter Kultur, die mit Stallmist schlecht gedüngt wurden, bei Düngung des Klees im zweiten und dritten Jahre, bei Düngung neuumgelegter Heide und sonstiger Ödlandböden, vor allem, wenn diese Böden zu Getreide nur mit Phosphaten gedüngt wurden". „Man braucht nur auf das schwächliche, gelbgewordene Grummet, das nach der Klee-Ernte gewachsen ist, eine Handvoll Kainit zu werfen, um nach einem Monat an dieser Stelle üppige, saftige, dunkelgrüne Kleebüsche wachsen zu sehen." Für Böden in alter Kultur, die gut gedüngt wurden, ist Gips geeigneter[2].

[1] Siehe Chosjain 1901, Nr 32—34, und das Buch von BÖHMER: Ernte und Aufbewahrung der Futtermittel. (Anhang zum Chosjain im Jahre 1902.)

[2] Siehe ebenfalls die Versuche von Prof. KNIERIM: J. experim. Landw. 1911.

Die Versuche der Station Batischtschewo in den Jahren 1900—1903 bestätigen die Beobachtungen von ENGELHARDT über die Bedeutung des Kainits für neuumgelegte Böden und des Gipses für Böden mit alter Kultur in diesem Gebiete durchaus[1].

Von den *phosphorsauren Düngemitteln* kann man als Kopfdüngung Superphosphat geben, weil es die Phosphorsäure löslich enthält. Da das gewöhnliche Superphosphat Gips enthält, so ist das Gipsen in diesem Falle als getrennte Maßnahme überflüssig.

Der Klee wird entweder ein oder zwei Jahre genutzt; wird er mit Lieschgras gesät, so verlängert sich die *Nutzung* auf 2—3 Jahre. Je länger die Nutzungsdauer, um so dünner wird der Kleebestand, und um so mehr wird er vom Lieschgras ersetzt; damit sinkt gewöhnlich auch der Ertrag. Dies ist aus folgendem Beispiel ersichtlich:

	Klee %	Lieschgras %	Heuertrag dz
1. Nutzungsjahr . . .	46,2	42,9	46
2. „ . . .	10,5	55,1	39
3. „ . . .	302	73,11	32[2]

In intensiveren Wirtschaften und in südlicheren Gebieten wird oft bei langen Sommern und bei Auswahl entsprechender Kleesorten die 1jährige Nutzung mit zwei Schnitten vorgezogen. Bei uns dagegen wird im Gebiet der Waldböden vorgezogen, das Kleegemenge 2—3 Jahre stehenzulassen.

Die *Samengewinnung* des Klees ist infolge des hohen Samenpreises für jede Wirtschaft mehr oder weniger von Bedeutung, oder sie ist sogar der Hauptzweck der Kultur. Die Samen werden je nach den Umständen von *verschieden alten* Pflanzen gesammelt. Es ist schon seit langem die Ansicht bekannt, daß es nicht richtig ist, vom Klee im ersten Jahr Samen zu gewinnen, weil der Klee dadurch erschöpft und weniger lebensfähig wird. KOSTYSCHEW (Die Futterpflanzen) verhielt sich dieser Meinung gegenüber skeptisch und behauptete im Gegenteil, daß bei der Samengewinnung im ersten Jahr die Ernte des zweiten Jahres dadurch nur Vorteile hat. Es ist möglich, daß dieser Unterschied in der Auffassung von der verschiedenen Entwicklung der Pflanzen, von verschiedener Düngeranwendung (vor allem der Phospate) und von anderen örtlichen Verhältnissen abhängt. Indessen kann man aber die ersten und dabei zahlreichen und übereinstimmenden Angaben nicht übergehen, die auch durch einige Überlegungen a priori bestätigt werden. Aber außer diesen Überlegungen gibt es noch andere, die auf die Wahl des Jahres und der Ernte zur Samengewinnung einwirken. So ist in den feuchten nördlichen Gegenden die Samenernte im zweiten Jahre schon deswegen vorzuziehen, weil sich im ersten Jahre die Pflanzen zu üppig entwickeln, eine Tendenz zum Lagern zeigen und die Samen ungleichmäßig ausreifen. Im zweiten Nutzungsjahre dagegen wird der Pflanzenbestand schon lückiger, es bilden sich infolge besseren Zutritts von Luft und Licht mehr Samen und diese reifen gleichmäßiger aus. Im Schwarzerdegebiet ist aber die Samenernte auch im ersten Jahre möglich, weil bei einer mäßigen Feuchtigkeitsmenge die Pflanzen im ersten Jahre einen guten Samenklee abgeben können (d. h. einen nicht zu dichtstehenden, nicht lagernden, gleichzeitig blühenden), und weil umgekehrt in einem regnerischen Sommer und unter sonstigen schlechten Verhältnissen der Klee wenig Samen liefern kann. Unter solchen Verhältnissen muß man oft im Laufe des Sommers den zuerst gefaßten Entschluß über die Bestimmung des Klees auf Grund des Zustandes der Pflanzen auf dem betreffenden Schlag ändern. Dies um so mehr,

[1] Landw. Ztg 1892, 707.
[2] KALUSHSKI: Über den Kleebau. Z. Landw. 1903, Nr 30.

wenn bei den hohen Preisen für Kleesamen eine gute Sommerernte eine viel größere Bedeutung besitzen kann als die Frage darüber, ob der Klee im nächsten Jahre geschwächt sein wird oder nicht, was dabei auch noch bei einer gemischten Aussaat zum Teil durch die Entwicklung des Lieschgrases ausgeglichen wird. Dort, wo der Klee 2 Schnitte liefert, werden manchmal die Samen vom 2. Schnitt des ersten Jahres genommen; dann erfolgt der 1. Schnitt etwas früher. So wird z. B. bei uns im Südwesten verfahren. Offenbar erfolgt hierbei die Blüte unter günstigeren Verhältnissen insofern, als das Stadium der Blüte nicht mit dem Entwicklungsstadium der Insekten zusammenfällt, welche die Samen beschädigen können, oder es macht sich die Wirkung des Umstandes bemerkbar, daß, wenn der Klee spät blüht, wenn die Wiesen schon abgemäht sind, die Insekten, von denen die Bestäubung des Klees abhängt, sich unwillkürlich auf den Klee konzentrieren müssen.

Zur *Ernte* schreitet man dann, wenn die Köpfchen braun geworden sind, die Samen selbst aber die erforderliche Farbe und den Glanz bekommen haben. Die Ernte selbst wird manchmal mit einer einfachen Sense ausgeführt oder mit einer Sense mit einem kleinen Rechen; in trockenen Jahren nachts oder morgens, solange noch Tau liegt. Manchmal erfolgt sie auch mit einer Sichel oder einer Getreidemähmaschine, was sehr empfehlenswert ist, wenn sich der Klee nicht gelagert hat. Der Klee wird mit Strohbändern gebunden getrocknet (in Garben, Kreuzen usw.). Wird der Samenklee nicht gebunden, sondern in Haufen zusammengerecht, und wird mit ihm weiter wie bei der Heubereitung verfahren, so erleidet man durch Ausfall der reifsten Samen bedeutende Verluste.

Die in Hocken getrocknete Masse wird in einen Schober zusammengefahren, die möglichst unter einem Dach untergebracht oder wenigstens gut mit Stroh bedeckt werden soll. Manchmal ist das *Dreschen* im Herbst möglich, wenn das Wetter trocken ist (was im Schwarzerdegebiet vorkommt) oder aber es wird bis zur Frostzeit verschoben.

Eine künstliche Trocknung der Kleegarben in Darren wird vermieden, weil es dabei sehr schwer ist, einen Verlust an Keimfähigkeit eines mehr oder weniger großen Teiles der Samen zu vermeiden.

Das Dreschen erfolgt mit gewöhnlichen Dreschmaschinen, dabei entsteht eine Spreu aus Kleeköpfen. Zur Trennung der Samen ist aber eine besondere langwierige Operation, das *„Ausreiben"* der Samen, erforderlich, weil die Samen sehr fest in der Hülse sitzen. Die Hülse ist zum Unterschied von den anderen Kleearten einsamig, und dazu noch von Resten der Blütenkrone und des haarigen Blütenkelches umgeben.

Zur Trennung der Samen gibt es besondere Maschinen, die Kleereiber[1]; z. B. die Maschine von Schönel, die durch Pferdeantrieb in Bewegung gesetzt wird. Aber gewöhnlich wird für denselben Zweck eine gewöhnliche Dreschmaschine hergerichtet, indem man die hinaufgereichte Spreu langsam in Querrichtung einläßt und somit länger der Wirkung der Trommel aussetzt.

Zu diesem Zweck wird die Spreu nicht über die ganze Trommellänge eingelassen, sondern nur von einer Seite, durch eine Öffnung in dem ergänzenden Bretterverschlag, der am unteren rechten Ende angebracht worden ist. Die Spreu kommt an der gegenüberliegenden Seite ebenfalls durch eine Öffnung im Bretterverschlag wieder heraus. Die Innenseite des Bretterverschlages wird mit Eisenblech beschlagen; dies Eisenblech wird mit einem Nagel durchlöchert; die zackigen Kanten dieser Löcher stellen die Reibefläche dar.

[1] Über die vergleichenden Versuche mit Reibemaschinen der verschiedenen Systeme siehe z. B. im Aufsatz von Mikus: Die Kleereibemaschinen. Nachr. d. Bureaus f. landw. Mechanik 1915.

Die geriebene Masse wird sofort über die Windfege gelassen, welche die reinen Samen von den zerschlagenen reinigt und die nicht verarbeiteten Spreuteile absondert. Diese werden noch einmal über die Dreschmaschine gelassen[1].

Die *Samenerträge* ändern sich stark je nach den Jahren; sie können in ungünstigen Jahren bis zu 1 dz und noch weniger je Hektar sinken, in günstigen Jahren dagegen steigen sie bis zu 3,7 dz. Dabei sind diese Schwankungen so unregelmäßig, daß es schwer ist, eine Zahl für die mittlere Höhe der Ernte anzugeben (grob etwa 1,5—2,2 dz). Um so mehr, weil die Ernte außer von den Verhältnissen des Klimas, des Bodens und der Düngung auch noch wesentlich von der Fremdbestäubung der Pflanzen abhängt, die beim Klee mit Hilfe der Insekten erfolgt (hauptsächlich durch Hummeln).

All dies ruft große Unterschiede in den Klee-Ernten nicht nur in den Jahren, sondern auch in den verschiedenen Gebieten hervor. Z. B. schwankte die Ernte an Kleesamen im Jahre 1927 folgendermaßen:

1.	Gouvernement Orel	etwa 0,5 dz je Hektar
2.	,, Tula	2,7 ,, ,, ,,
3.	,, Uralgebiet .	0,5—4,5 ,, ,, ,,
4.	,, Brjansk . .	1,5 ,, ,, ,,
5.	Baschkirien	2,2—5,2 ,, ,, ,,
6.	Sibirien	1,8—4,5 ,, ,, ,,

Abgesehen von den besonders günstigen meteorologischen Verhältnissen im Osten in dem betreffenden Jahr kann man annehmen, daß dort überhaupt bei dem Landreichtum und bei der großen Fläche an ungepflügten Wiesen für die verhältnismäßig geringen Saatkleeflächen nicht ein derartiger Insektenmangel herrscht wie in dem fast durchweg umgepflügten zentralen Schwarzerdegebiet.

Gegenwärtig ist die Entwicklung der Kultur des Saatklees von besonderer Bedeutung, weil die Nachfrage nach Saatgut augenblicklich sehr groß ist und von Jahr zu Jahr wachsen muß. Abgesehen von der Ukraine (wo außer den eigenen im Notfall auch aus dem Westen importierte Samen benutzt werden können) und abgesehen vom Südosten, wo der Klee noch nicht verbreitet ist, und schließlich abgesehen von Sibirien, müssen wir in Zukunft eine Fläche von etwa 50 Millionen Hektar Acker mit Kleesamen beliefern. Bei dem jetzt vor sich gehenden Übergang von der Dreifelderwirtschaft zu den Fruchtfolgen, bei denen alljährlich 6—7 Mill. ha mit Klee bestellt werden müssen (an Stelle der jetzigen 1,5 Mill.) bedeutet dies einen alljährlichen Verbrauch an Kleesamen ebenfalls von 1—1,1 Mill. dz, d. h. 4—5mal so viel als heute.

Der Mangel an Kleesamen ist deshalb einer der Faktoren, welche die Abschaffung der Dreifelderwirtschaft hemmen; diese Abschaffung hatte sich in den Jahren 1925/26 beschleunigt und fand 1927 ein Hindernis gerade darin, daß nicht genügend Kleesamen vorhanden waren. Wenn diese bei uns vor dem Kriege in verhältnismäßigem Überfluß vorhanden waren und sogar nach dem Ausland ausgeführt wurden, so kam hier (abgesehen von der damals nicht so großen inneren Nachfrage) die größte Rolle den damals existierenden Privatsamenwirtschaften in den Gouvernements Tula, Orel und den Nachbargebieten zu. Die Bauern von Zentralrußland dagegen beschäftigten sich früher wenig mit der Erzeugung von Kleesamen zum Verkauf. Diese Kultur muß bei ihnen noch entwickelt werden; ferner muß man die Steigerung der Kleesamenproduktion im Uralgebiet, wo die Bauern auch früher schon diese Kultur kannten, begünstigen.

[1] Über die Sortierung des Klees, die „Cuscuta" von Röber, die Sortierung von Dossor, Bobby und anderen, siehe in den Handb. f. landw. Masch. u. Ger. in der Speziallit.; Nachr. d. Bureaus f. landw. Mech. usw.

Gewöhnlich wird der Klee nicht besonders zum Samenbau gesät, sondern, wie bereits oben gesagt, es werden zwischen den gewöhnlichen Kleebeständen Feldstücke mit gleichmäßigem Kleebestand ausgewählt (bei gemischten Saaten solche, in denen der Klee das Lieschgras überwiegt). Weil die Reinigung der Kleesamen von Unkrautbeimischungen später mehr Arbeit machen wird, so empfiehlt es sich, den Saatklee zu jäten und ihn auf das Vorkommen von Kleeseide zu prüfen.

Da bei der vergrößerten Saatkleefläche die Zahl der Hummeln ungenügend werden kann, so wurde vorgeschlagen, entweder für die Vermehrung der Hummeln Sorge zu tragen[1] oder die Bienen zur Bestäubung des Klees zu benutzen. Weil aber die Länge der Kronenröhre des Klees für die Biene etwas zu groß ist — nicht durch jede Biene und bei jeder Blüte kann die Befruchtung zustande kommen —, so scheinen 2 Wege dazu möglich, um den Prozentsatz der Blüten zu heben, die durch Bienen bestäubt werden können:

1. die Züchtung der Biene zur Verlängerung des Rüssels,
2. Züchtung des Klees zur Verkürzung der Kronenröhre.

I. N. Klingen empfahl schon lange, die kaukasische (abchasische) Biene zu züchten, weil sie geeignet ist, den Honig vom Klee zu sammeln und den Klee zu bestäuben; er unterstrich die wichtige Verbindung der Kleesamenwirtschaft mit der Bienenzucht. In Westeuropa war man bestrebt, Klee mit kurzröhrigen Blüten zu züchten (Martinets Bienenklee). Aber dies war mit der Verkürzung der ganzen Pflanze und somit mit einer Ertragsverminderung des Klees verbunbunden.

Stellenweise versucht man schon bei uns die langrüsselige kaukasische Biene zu vermehren, wobei man in diesem Falle die Bienenstöcke in blühendem Klee aufstellt.

Es wird allerdings auch noch eine Meinung laut, daß es sich nicht so um den Insektenmangel handelt, vielmehr um die mangelnde Übereinstimmung der Zeit ihrer größten Zahl mit der Blütezeit des Klees, oder um die Ablenkung der Insekten in dieser Zeit durch andere, z. B. wildwachsende honigtragende Pflanzen. Daher wird der Klee geschröpft, um die Blüte auf eine spätere Zeit zu verschieben, wenn die anderen Pflanzen abgeblüht haben und wenn diesem Blühen dadurch ein Ende gemacht wird, daß die Wiesen abgemäht werden. Außerdem wirkt das Mähen offenbar auch auf die Pflanze selbst, wenigstens nach folgenden Angaben zu urteilen:

	Ohne Schröpfen	Geschröpft
Mittlere Zahl an Blüten je Blütenstand . .	92,1	133,2
Desgl. Zahl der Samen	41,3	71,2[2]

Es sei allerdings bemerkt, daß der Einfluß des Schröpfens auf die Fruchtbildung und der Zeitpunkt der Ausführung des Schröpfens noch weiter studiert und jedenfalls mit den örtlichen Verhältnissen in Einklang gebracht werden müssen.

In letzter Zeit hat die Versuchsstation Schatilowo (nördliche Schwarzerdezone) eine *besondere Anbaumethode*[3] des Klees zur Samengewinnung ausgearbeitet,

[1] Lindhardt: Die Hummel als Haustier. Z. Pflanzenzüchtg **1921**, 99. — Ebenda Schlecht: Befruchtungsverhältnisse beim Rotklee. In den Arbeiten der Zuchtstation der Akademie in Petrowsko-Rasumowskoje siehe die Angaben von Lorch (1914).

[2] Stscherbakow (Station Schatilowo): Erforschung des Klees vom experimentell-entomologischen Standpunkt aus. 1915.

[3] Lissizyn: Über die zweireihige Saat mit Hackkultur. Nachr. d. Landw. **1925**, Nr 12, — Siehe Dmitrenko: Der Anbau des Saatklees auf dem Gute von Teleschinski. Nachr. d. Landw. **1907**.

die erlaubt, das 4fache an Saatgut zu sparen, die Verunkrautung zu vermeiden und die Samengewinnung im ersten Jahr der Kleenutzung sicherzustellen. Zu diesem Zweck führt man eine *breitreihige Drillsaat* des Klees aus, bei einer Reihenentfernung von 53 cm und einer Aussaatmenge von 3,2—4,1 kg je Hektar. Zwischen den Reihen wird bereits im Herbst (nach der Haferernte) gehackt oder wenigstens im zeitigen Frühjahr. Man hört mit dem Hacken auf, sobald der Klee die Zwischenreihen bedeckt, was im Gouvernement Tula Anfang Juni der Fall ist.

Außerdem wird während der Blüte mit der Hand gejätet, um die Unkräuter zu entfernen, die beim Hacken unberührt bleiben, weil sie in den Reihen zwischen den Kleepflanzen wachsen.

Die Samenerträge sind bei einer solchen Methode entweder höher als die gewöhnlichen oder ihnen gleich. Für die Verhältnisse des Gebietes der Waldböden muß diese Methode erst noch geprüft werden, um die Saatdichte, die besten Entfernungen und die Düngerfrage festzulegen.

Beschädigungen und Krankheiten. Der normale Entwicklungsgang der Kleepflanzen kann entweder durch allgemeine für Ernährung und Wachstum der Pflanze ungünstige Verhältnisse oder durch Schädlinge unterbrochen werden.

Im Winter kann der Klee unter Frost (Versuchsfeld in Omsk) oder unter anderen ungünstigen Witterungsverhältnissen leiden. Auf Kleefeldern nisten im Winter sehr gern Mäuse. Ist der Klee während des Winters zu dünn geworden, so muß man im Frühjahr entweder sich rasch entwickelnde Gräser nachsäen; z. B. welsches Weidelgras oder das Feld umpflügen und mit einer anderen Mischung bestellen. Von den einjährigen Pflanzen können gesät werden: Wickgemenge, Serradella, Mohar, Inkarnatklee oder deutsches Weidelgras.

Abgesehen von diesen bestimmten Faktoren spricht man auch noch oft von dem bestimmten Begriff der *Kleemüdigkeit*, wobei man am häufigsten den Umstand meint, wenn der Klee ohne einen sichtbaren Grund sich weigert, Erträge zu liefern. Wenn er auch aufläuft, so wird er im nächsten Jahr entweder von Unkräutern unterdrückt oder er geht ein.

Es ist klar, daß man mit dem Namen Kleemüdigkeit in den verschiedenen Fällen verschiedene Erscheinungen bezeichnet, bei denen es nur eine gemeinsame Richtung gibt. Die Erträge des Getreides bleiben dabei auf alter Höhe oder steigen sogar, während lediglich der Klee-Ertrag sinkt.

In der Geschichte dieser Frage sehen wir neben vielen anderen Widersprüchen den Kampf zwischen zwei Strömungen. Die Anhänger der einen suchten die Ursache der Kleemüdigkeit in biologischen Erscheinungen und schrieben ihnen die Hauptbedeutung zu. Die anderen dagegen deuteten auf den Mangel an mineralischer Nahrung hin und legten diesen als Ursache der Schwächung des Kleewachstums aus, wodurch der Klee später gegen verschiedene Erkrankungen anfälliger würde[1].

So stellte Stöckhard, der sich für die Zusammensetzung des Bodens, der seit alters her prächtige Klee-Erträge bei der Wiederkehr des Klees nach 3 Jahren brachte, interessierte, im Jahre 1858 in diesem Boden einen außergewöhnlich hohen Gehalt an Phosphorsäure (0,37%) und Kali (0,45%) fest, was er auch als Ursache der „Unermüdlichkeit" des betreffenden Bodens hinstellte. Er deutete auf Fälle hin, in denen die Kleemüdigkeit durch Knochenmehlgaben geheilt wurde. Aber die fast zu derselben Zeit veröffentlichten Versuche von Lawes und Gilbert (Rothamsted) führten zu dem Schluß, daß gerade die Müdigkeit, die durch wiederholten Anbau des Klees auf demselben Felde hervorgerufen wurde, nicht durch Düngung zu heilen ist. (Diese Versuche wurden

[1] Siehe die geschichtliche Übersicht von Prof. Kossowitsch: Arbeiten des Petersburger Laboratoriums Bd 4; ferner J. exper. Landw. 1905.

1848 begonnen.) Bei diesen Versuchen wurde bemerkt, daß manchmal die Düngung den Klee noch mehr schwächte, und zwar die Stickstoffdüngung, die der Klee selbst nicht braucht, die aber das Wachstum anderer Pflanzen begünstigt und infolgedessen die Unterdrückung des Klees hervorruft. Lawes und Gilbert konnten zu der Zeit natürlich die physiologischen Eigentümlichkeiten des Klees noch nicht in Betracht ziehen; aber es wurde bald bemerkt, daß z. B. Guano auf den Klee negativ wirkt und geradezu als Kleegift bezeichnet werden kann (Hanstein, 1861).

Liebig sah seinerzeit die Erklärung der in Rothamsted erhaltenen Ergebnisse in einem anderen Umstand, und zwar nahm er an, daß Lawes und Gilbert den Boden zu Klee vergeblich düngten, während er eine Düngung des Untergrundes verlangt; indessen waren unter den Rothamsteder Versuchen auch solche, bei denen die Düngung auf große Tiefe untergepflügt wurde.

Kühn suchte die Ursache der Kleemüdigkeit in Pilzparasiten. Tatsächlich wurde auf den Wurzeln des kranken Klees Pleospora herbarum gefunden, aber die Ansteckungsversuche, die den Zweck hatten, die Kleemüdigkeit künstlich hervorzurufen, mißlangen.

Im Jahre 1862 verglich Kutzleb Böden, die gute Klee-Ernten brachten, und solche, die kleemüde waren, und fand, daß die ersteren mehr Kali enthielten als die zweiten. Er meinte, daß die Verarmung des Bodens an Kali eben die Ursache der Kleemüdigkeit ist, d. h. er schließt sich der chemischen Erklärung dieser Erscheinung an, wie früher Stöckhard und Liebig.

Später aber wurde die Vermutung ausgesprochen, daß die Ursache der Kleemüdigkeit in der übermäßigen Entwicklung derjenigen Bakterien, mit denen der Klee in Symbiose lebt, und mit deren Hilfe der atmosphärische Stickstoff ausgenutzt wird, und in dem mit dieser übermäßigen Entwicklung Hand in Hand gehenden großen Verbrauch an Kohlehydraten durch die Bakterien, der bereits der Pflanze zum Nachteil gereicht, zu suchen ist. Für diese Mutmaßung wurden die Versuche von Lawes und Gilbert als Beweise angegeben.

Mit dieser Erscheinung wurden einige andere Beobachtungen über einen anderen Entwicklungscharakter der Wurzelknöllchen auf den ermüdeten Böden in Zusammenhang gebracht.

In den 90er Jahren, als in Rußland ebenfalls auf das Herannahen der Kleemüdigkeit, und zwar in zwei ihren Verhältnissen nach gänzlich verschiedenen Gegenden hingedeutet wurde, wies im Jahre 1899 der bekannte Landwirt im Gouvernement Tula P. I. Lewizky auf die Unzuverlässigkeit der Klee-Erträge hin und äußerte den Wunsch, daß die Ursachen dieser Erscheinung untersucht werden möchten. Kurz davor stellte W. P. Engelhardt das Sinken der Erträge auf dem Gute Klimowo (Gouvernement Smolensk) fest und äußerte ebenfalls die Vermutung, daß man es hierbei nicht mit einer Kleemüdigkeit zu tun hat.

Die Versuche der Engelhardtstation zeigten aber, daß Phosphorsäure- und Kalidüngung das Wachstum des Klees auf dem Boden in Klimowo wesentlich verbesserten. Dieselbe heilende Wirkung der mineralischen Düngemittel zeigte sich systematisch in den Versuchen von Prof. Kossowitsch mit Böden aus den beiden genannten Gegenden, die er parallel in Gefäßen und im Felde ausführte.

In den Vegetationsversuchen von Prof. Kossowitsch mit dem Boden von Lewizky stellte sich heraus, daß sich der ermüdete Boden auch in Gefäßen verschieden verhält, und zwar waren auf dem ermüdeten Boden die Klee-Erträge ohne Düngung niedrig, mit Gaben von Phosphorsäure und Kali aber wesentlich höher. Dagegen waren die Erträge auf dem nicht ermüdeten Boden an sich hoch und die Düngung wirkte fast gar nicht. Dies ist die Tatsache, die dafür spricht,

daß wir es mit einer Bodenerschöpfung (besonders an Phosphorsäure) und nicht mit irgendwelchen biologischen Erscheinungen zu tun haben.

Obgleich die Sterilisierung des Bodens die Klee-Ernte ebenfalls erhöhte; aber sie erhöhte auch die Haferernte. Die Ursache liegt in der Abspaltung der aufnehmbaren Phosphorverbindungen von den Huminsubstanzen bei der Erwärmung derselben mit Wasserdampf. Die Impfung mit einem Extrakt aus dem kleemüden Boden übte keinerlei Wirkung auf den Boden aus.

Hier folgt ein Beispiel aus einer Versuchsserie (Klee-Ernten):

	O g	P g	N g	N + K g	N + K + P g
Ermüdeter Boden	7,7	43,4	6,7	6,8	55,4
Nicht ermüdeter Boden	31,5	47,4	33,6	36,7	50,8

Dasselbe Ergebnis erhielt man auch mit dem Boden aus Klimowo. Die Feldversuche stellten ebenfalls fest, daß beide kleemüde Böden in erster Linie auf Phosphate reagieren.

Auf diese Art sind viele Fälle, die als Kleemüdigkeit bezeichnet werden, in Wirklichkeit Erscheinungen der Bodenerschöpfung, in erster Linie an Phosphorsäure und dann auch an Kali.

Indessen ist es aber eine feststehende Tatsache, daß der Klee nicht so oft auf dasselbe Feld zurückkehren darf wie Roggen und Hafer. So gab es auf dem Versuchsfeld in Halle (J. Kühn) eine Parzelle, wo der ununterbrochene Anbau verschiedener Pflanzen alljährlich geprüft wurde. Bei dem Besuch dieses Feldes im Jahre 1909 fielen uns in dem allgemeinen Bilde zwei schwarze Punkte auf; diese waren die Parzellen, von denen die eine alljährlich mit Klee, die andere mit Lein bestellt wurde. Später wurden diese Parzellen umgepflügt, weil man von ihnen nichts mehr erntete als Unkraut, während die Versuche mit dem ununterbrochenen Anbau mit Roggen und Kartoffeln fortdauern, wobei man keinerlei krankhafte Erscheinungen feststellte. (Nur auf den ungedüngten Parzellen erfolgt natürlich ein Sinken der Erträge.) Ein gleicher Versuch wird seit dem Jahre 1912 auf dem Versuchsfelde unserer Akademie mit Anwendung der verschiedenen Düngemittel ausgeführt (nach dem 8-Parzellen-System); und ebenfalls zeigten sich Klee und Lein als Pflanzen, die keinen ununterbrochenen Anbau vertragen. Die Ursache dieser Erscheinungen muß man in der Vermehrung der auf dem Klee schmarotzenden pflanzlichen Organismen, insbesondere der Pilze, erblicken.

In der Literatur werden meistens folgende pflanzlichen Kleekrankheiten erwähnt:

Erisyphe Martii ruft den *Mehltau* des Klees hervor. *„Der falsche Mehltau"* wird durch den Pilz Peronospora trifoliorum hervorgerufen, der schließlich ein Braunwerden und Absterben der Blätter bewirkt. *Pseudopeziza trifolii* bildet auf den Blättern braune Flecken. *„Der Kleekrebs"* wird durch Sclerotinia trifoliorum hervorgerufen. *Polythrincium Trifolii* färbt die Kleeblätter schwarz. *Gloeosporium caulivorum* kann eine Erkrankung der Stengel hervorrufen, die mit dem Welken der Köpfchen und dem Absterben eines mehr oder weniger großen Teiles der Pflanze verbunden ist. Die *Fusarium-Arten* befallen die Kleesamen usw. Bei uns treten am häufigsten *Kleekrebs* und *Anthraknose* auf.

Beim *Krebsbefall* (Sclerotinia trifoliorum) treten auf dem Klee zuerst braune Flecken auf, dann wird die ganze Pflanze braun und geht ein. Auf dem Felde stellen sich Fehlstellen ein, die immer größer werden. Die kranken Pflanzen lassen sich leicht aus dem Boden herausziehen, wobei sie am Wurzelhals abreißen, wo man Fäulnis feststellen kann.

Bei der Untersuchung der erkrankten Pflanzen kann man auf dem Wurzelhals und auf den Stengeln in der Nähe der Erdoberfläche kleine kugelförmige Gebilde von dunkelbrauner Farbe feststellen (ähnlich dem Rübsensamen, manchmal etwas größer). Dies sind die Sklerotien des Pilzes, der den Krebs hervorruft. Im nächsten Jahr keimen die vom Stengel abgetrennten Sklerotien, und die Ansteckung verbreitet sich durch Sporen, die der Wind fortträgt. Außerdem geraten die Sklerotien in die Kleesamen, und diejenigen von ihnen, die ungefähr so groß wie die Kleesamen sind, lassen sich beim Sortieren schwer trennen. Deswegen muß man bei Samenkauf auf die Reinheit von Sclerotinia achten. Hat man keine Auswahl, so beizt man die Samen in einer Formalinlösung 1,5 : 1000.

Bei Ansteckung durch *Anthraknose* (Gloeosporium caulivorum) empfiehlt es sich, mit Sublimat (1 : 1000) zu beizen.

Von den pflanzlichen Parasiten ist für den Klee am gefährlichsten die *Kleeseide* (Cuscuta trifolii)[1], die mit Haustorien, die sich auf ihren langen, rötlichen fadenähnlichen Stengeln bilden, die Kleepflanze umschlingt und ihre Säfte aussaugt. Die Pflanzen sterben ab, wodurch auf dem Felde Fehlstellen entstehen. Die weiß-rosa Blüten der Kleeseide sind in runden Blütenständen zusammengefaßt, die nach der Art eines Rosenkranzes durch dünne Triebe miteinander verbunden sind. (Daher lautet einer der Volksnamen für Kleeseide „Elsterperlen".) Im Anfang der Entwicklung bleibt die Kleeseide bei dichtem Futterpflanzenstand sehr leicht unbemerkt; dann aber treten immer mehr größer werdende Lücken von eingehendem Klee auf, der bereits keine grüne Farbe mehr, sondern eine gelbe oder rötliche angenommen hat, die von der Kleeseide herrührt. Außer dem unmittelbaren Schaden im betreffenden Jahr, der oft sogar dazu zwingt, das Feld umzupflügen, ist beim Saatklee die Ansteckung des Klees mit Kleeseide für die Zukunft gefährlich. Es wurde empfohlen, von der Kleeseide befallenen Klee früh abzumähen, um die Kleeseide nicht zur Blüte kommen zu lassen. Aber aus Gründen größerer Sicherheit empfahl Nobbe, die Fehlstellen auszubrennen; zu diesem Zwecke werden solche Stellen zuerst mit einem Graben umzogen, die Kleepflanzen werden abgemäht, mit einer genügenden Menge von Strohhäcksel gemischt, die Mischung wird mit Petroleum begossen und angebrannt. Andere empfehlen, nach dem Abmähen die befallene Stelle mit ungelöschtem Kalk zu bestreuen und dann mit Wasser zu begießen. Um die Kleeseide noch vor der Blüte ohne Schaden für den Klee zu vernichten, wird ein Bespritzen mit Kupfervitriol (2 %), Schwefelsäure 2 %) oder Eisenvitriol (3 %) empfohlen, die vom Klee vertragen werden, die Kleeseide aber vernichten[2].

Aber die Hauptrolle in der Bekämpfung der Kleeseide spielen nicht die Vernichtungs-, sondern die *Vorbeugungsmaßnahmen*, von denen die erste ein reines Saatgut ist.

Es wird außerdem noch darauf hingewiesen, daß eine tiefe Unterbringung der Kleesamen, z. B. auf $2^1/_2$—3 cm, gute Ergebnisse zeitigte, sogar bei einem Gehalt von 10 Kleeseidesamen auf 1 kg Kleesamen[3].

Die *Reinigung der Kleesamen* erfolgt auf besonderen Reinigungsmaschinen für Kleeseide (wie z. B. die „Cuscuta" von Röber), die in der Hauptsache aus Sieben bestehen, auf denen die Kleesamen liegenbleiben, die Kleeseidesamen aber, weil sie kleiner sind, hindurchfallen.

[1] Genauer: Cuscuta epithymum (Murr.) var. trifolii (Babingt).

[2] Siehe die Arbeit von Negodnow: Die Bekämpfung der Kleeseide mit Schwefelsäure, Eisen- oder Kupfervitriol. Nachr. d. Turkest. Versuchsstat. 1911.

[3] Degen: Landw. Versuchsstat. 77.

Sind im Klee aber außer den Samen der gewöhnlichen Cuscuta auch noch Samen anderer aus Amerika eingeschleppter Formen, die größer sind, so können die gewöhnlichen Reinigungsmaschinen für Kleeseide diese Samen vom Kleesaatgut nicht trennen. Eine solche Art ist Cuscuta racemosa, die 1840 nach Europa mit Luzernesamen eingeschleppt wurde und sich in dem früheren Österreich-Ungarn verbreitete und wiederholt zu uns nach Wolhynien und Podolien gelangte. Außerdem besitzen Cuscuta arvensis und Cuscuta Gronovi ebenfalls Samen, welche in der Größe dem Kleesamen nahestehen. Die Samen dieser zu uns aus dem Westen eindringenden Formen werden ebenfalls nicht von der „Cuscuta" von Röber abgesondert. Zu ihrer Abtrennung werden Maschinen empfohlen wie die von Dossor, in welcher die Trennung auf der verschiedenen Fähigkeit der Samen, auf einer Samtfläche zu gleiten, aufgebaut ist[1].

Vor dem Kriege schlug Larionow (1913) vor, die Einfuhr von Klee- und Luzernesamen zu uns aus dem Westen vollständig zu verbieten, um das Einschleppen der Cuscuta racemosa zu vermeiden oder wenigstens eine zwangsweise Bespritzung der ausländischen Samen mit Eosin einzuführen, damit man sie nach der Färbung sofort erkennen könnte. Wenn wir aber vor dem Kriege tatsächlich diese Einfuhr nicht nötig hatten (es fand sogar eine Ausfuhr von Kleesamen statt), so mußten wir in den 20er Jahren in großem Umfange zu dieser Einfuhr greifen.

Die Bekämpfung der Kleeseide kann für einzelne Wirtschaften unmöglich sein, vor allem bei dem streifenweisen Ackerbau der bäuerlichen Wirtschaften. Dann muß man zu den bekannten genossenschaftlichen Maßnahmen greifen. So ist in Baden seit 1867 eine gesetzliche Verfügung zur Vernichtung der Kleeseide vor der Blüte und eine Strafe für jeden, auf dessen Felde blühende Kleeseide gefunden wird, eingeführt worden.

Ein geringerer Schaden wird dem Klee durch eine andere Schädlingspflanze zugefügt, durch den *Kleeteufel* (Orobanche minor), der auf den Wurzeln schmarotzt. Es empfiehlt sich, auch ihn nicht zur Blüte kommen zu lassen und nicht mit den Kleesamen einzuschleppen.

Von den *Insekten*, die den Klee beschädigen, wird gewöhnlich die Larve von *Apion trifolii* erwähnt, welche die Samen des Klees ausfrißt. Ein anderer Käfer, der Blattrandkäfer (Sitones lineatus), beschädigt die primären Kleeblätter. Die Larve der Ypsiloneule (Plusia gamma) frißt die oberirdischen Teile ab, ebenso ernährt sich die Erbseneule (Mamestra pisi) von den Blättern. Von den anderen tierischen Schädlingen können Schnecken und Mäuse erwähnt werden.

β) Der Schwedenklee (Trifolium hybridum)

(stellenweise heißt er Honigklee,) hat eine viel geringere Bedeutung als der Rotklee. Er unterscheidet sich von ihm durch elliptische, leicht gezackte Blätter, durch die Form der Blütenköpfchen, die der Köpfchenform des Weißklees nahesteht, durch weiß-rosa gefärbte Blüten, durch 2—3- oder sogar 4samige Hülsen (aus denen sich die Samen leichter gewinnen lassen als beim Rotklee), durch kleinere Samen und durch einige andere Merkmale. Nach der Bestäubung neigen sich die Blüten nach unten; die nicht bestäubten aber sind nach oben gerichtet, wie auch bei den anderen Kleearten. Den Namen *Bastardklee* erhielt er von Linné, der diese Art tatsächlich als eine Kreuzung zwischen Rotklee und Weißklee ansah. Aber später wurde diese Meinung durch direkte Kreuzungsversuche nicht bestätigt. Dieser Klee wird Schwedenklee genannt, weil er schon seit langem und in großem Umfang in Schweden angebaut wird (Linné empfahl ihn zum Anbau). Der

[1] Siehe Larionow: Die Kleeseide, 1913 und Blaschko: Maschinen zur Reinigung des Klees und der Luzerne, 1915.

Schwedenklee geht weiter nach Norden als der Rotklee; er stellt geringere Ansprüche an den Boden, indem er besser feuchte und flache Böden vertragen kann, weil er weniger tiefgehende Wurzeln entwickelt. Er hat eine größere Lebensdauer, ist dafür aber weniger ertragreich und besitzt einen bitteren Beigeschmack, weswegen er auch von nicht daran gewöhntem Vieh ungern gefressen wird. Aus diesen Gründen wird der Schwedenklee vor allem dort angebaut, wo der Anbau des Rotklees bereits unvorteilhaft ist; zum Teil wird er auch im Gebiet des Rotklees angebaut, indem er diesen auf *feuchten Böden vertritt*. Gegen Dürre ist er aber empfindlicher als der Rotklee, der tiefergehende Wurzeln besitzt. Außerdem wird der Schwedenklee, weil er einen etwas späteren Schnitt als der Rotklee liefert, manchmal deswegen angebaut (bei Stallhaltung des Viehs), um Grünfutter in der Zeit zwischen den beiden Rotkleeschnitten zu haben. Die Entwicklung des Schwedenklees geht auf gleiche Weise vor sich wie diejenige des Rotklees, nur etwas langsamer; der Schwedenklee reift also etwas später aus. Deswegen liefert er selbst dort keinen zweiten Schnitt, wo der Rotklee noch zwei Schnitte bringt. Indem man auf die große Lebensdauer des Schwedenklees rechnet, ersetzt man mit ihm einen Teil des Rotklees in einer Mischung mit Lieschgras, wenn man dieses Gemenge nicht 2, sondern 3 Jahre nutzen will.

Reinsaaten des Schwedenklees werden selten angetroffen. Ein Grund dafür, daß der Schwedenklee im *Gemenge* mit irgendeiner Graminee angebaut werden muß, ist die Notwendigkeit, die zum Lagern neigenden Stengel, die nicht ganz aufrecht stehen und mit dem unteren Stengelteil am Boden liegen, zu stützen. Infolge dieses Umstandes verträgt der Schwedenklee aber das Abhüten durch das Vieh besser als Rotklee. Die Samen des Schwedenklees sind grünlich (gelbgrün bis dunkelolivgrün, je nach dem Reifegrad), kleiner als die des Rotklees und werden in geringerer Menge ausgesät (9—13 kg bei Reinsaat).

Die *Samenerträge* schwanken je nach der Gegend und stehen im allgemeinen den Erträgen des Rotklees nahe. Der Anbau zur Samengewinnung ist am meisten in Schweden verbreitet. Die Köpfchen müssen vor dem Dreschen gut durchgetrocknet sein, sonst werden die Samen leicht zerdrückt.

γ) Der Weiß- oder kriechende Klee (Trifolium repens)

unterscheidet sich von den vorher genannten Arten hauptsächlich durch seine Entwicklung. Er besitzt einen kriechenden Stengel, der aus den Knoten Wurzeln entsenden kann, ferner Blätter und Blütenköpfchen, die auf langen Blattstielen stehen. Es ist daher begreiflich, daß von der Sense nur diese sich über die Erde erhebenden Pflanzenteile getroffen werden können, und daß infolgedessen der Weißklee nur auf Koppeln angebaut oder mit Futterpflanzen dann gemischt wird, wenn man diese in ihren letzten Lebensjahren als Weide nutzen will. Im Vergleich mit dem Rotklee nimmt der Weißklee mit flacheren, ärmeren und feuchteren Böden besser vorlieb, was von dem Charakter des Wurzelsystems abhängt. Wenn sich die Hauptpfahlwurzel nicht gut entwickeln kann, so gleichen die Wurzeln, die aus den liegenden Stengeln austreten, zum Teil diesen Nachteil aus. Von den kleinen graugelben Samen sät man 13 kg je Hektar. Alte Samen werden braun; manchmal wird die Farbe der alten Samen durch Schwefelung wiederhergestellt, wodurch aber die Keimfähigkeit vernichtet wird. Die vier- oder noch mehrsamigen Hülsen lassen sich leicht ausdreschen. Der Samenertrag ist sicherer als bei Rotklee.

δ) Der Inkarnatklee (Trifolium incarnatum)

ist bereits eine einjährige Pflanze. Er wird in südlicheren Ländern als die vorher angeführten Arten angebaut: in Italien, Frankreich, Süd-England und in

großem Umfange in Deutschland am Rhein. Er zeichnet sich durch längliche Blütenköpfe aus, die intensiv rot gefärbt sind (aber dies ist nicht immer der Fall, es gibt auch Sorten mit weißen Blüten; die Bezeichnung „Purpurklee" ist also nicht ganz am Platze). Nach der Schnelligkeit der Entwicklung unterscheidet man spätreife und frühreife Sorten dieses Klees. Von seinen großen Samen sät man 30—45 kg je Hektar. Gewöhnlich wird der Inkarnatklee ohne Deckfrucht angebaut, weil er eine Untersaat nicht gut verträgt. In südlichen Gegenden wird er manchmal im Herbst gesät (in Reinsaat oder im Gemenge mit Roggen), um im Frühjahr recht zeitig Futter zu liefern, obgleich diese Methode oft sehr gefährlich ist, weil der Klee in einem schneearmen Winter bereits bei —10° C leicht ausfriert, was manchmal sogar in der Rheinebene vorkommt. Bei uns wird der Inkarnatklee nicht angebaut. Ihm werden in der Sommerung Wickhafer, in der Winterung Zottelwicke mit Roggen vorgezogen.

Bei den Versuchen im Gouvernement Jaroslaw liefert die Wicke einen Ertrag nach 7 Wochen, die Peluschke (Pisum arvense) nach 9 Wochen, der Inkarnatklee aber erst nach $10^1/_2$ Wochen[1].

ε) Der persische Klee (Trifolium resupinatum, Schabdar)

lenkte vor dem Kriege die Aufmerksamkeit der südrussischen Landwirte auf sich, weil er sich rasch entwickelt. Aber nach den Versuchen der Zuchtstation in Charkow kann er nur mit einjährigen Futterpflanzen konkurrieren, weil er unseren Winter nicht verträgt.

Der fadenförmige Klee (Trifolium filiforme) ist eine einjährige Pflanze. Für Rußland hat er keine Bedeutung. Er wird hauptsächlich in England angebaut, wo er gewöhnlich im Gemenge mit Gräsern ausgesät wird, um seine liegenden Stengel zu stützen. Trotz der Einjährigkeit kann er sich manchmal durch Selbstaussaat viele Jahre erhalten. Er gedeiht auf verhältnismäßig sandigen und steinigen Böden (bei geeigneten Feuchtigkeitsverhältnissen) gut. Er liefert ein zartes nährstoffreiches Futter, das besonders für Schafe geeignet sein soll.

Von den mehrjährigen Kleearten können noch folgende erwähnt werden:

Der mittlere Klee (Trifolium medium) wächst überall wild, vor allem im Schatten unter Bäumen, an Waldrändern. Er unterscheidet sich vom Rotklee durch schmalere Blätter, durch lange lanzettförmige Nebenblätter, durch ein langes Rhizom und durch einige andere geringere Merkmale. Im Vergleich mit Rotklee soll er Dürre besser vertragen können, deswegen wird er als Ersatz des Rotklees auf trockenen Böden empfohlen; ähnlich wie der Rotklee auf feuchten Böden durch den Schwedenklee ersetzt wird.

Der Waldklee (Trifolium alpestre) mit purpurroten, etwas länglichen Blütenköpfen kommt in Europa wildwachsend vor (bei uns im Schwarzerdegebiet). Weil er dürrefest ist, wird er für hoch gelegene, kalkhaltige und sogar steinige Gegenden empfohlen.

Der Bergklee (Trifolium montanum) wird durch einen hohen, nur oben sich verzweigenden Stengel und durch schmale, an der unteren Seite behaarte, gezackte Blätter und weiße Blüten charakterisiert. In Belgien (bei Lüttich) wird er auf Kalkböden und auf lehmigen Sanden angebaut. Zum Unterschied von Rotklee ruft der Gebirgsklee beim Vieh keine Blähungen hervor.

Eine Zeitlang wurde von Stebler der *Pannonische Klee* (Trifolium pannonicum) empfohlen als eine mehrjährige Pflanze („ewiger Klee"), die widerstandsfähig gegen Dürre und Winterfröste ist. Aber bei uns ging er auf den Versuchsfeldern wiederholt im Winter ein. Sein Nachteil besteht darin, daß er behaart ist und deswegen leicht grob wird[2].

2. Die Luzernearten.

α) Die gewöhnliche oder blaue Luzerne (Medicago sativa L.)

ist von den Medicagoarten die wichtigste für den Feldbau. Nach ihrem Entwicklungstypus nähert sie sich bis zu einem gewissen Grade dem Klee, obgleich sie

[1] Siehe Ryshow: Hilfe dem Landwirt 1913, Nr 8.

[2] Siehe die Analysen des pannonischen Klees in verschiedenen Entwicklungsstadien in der Arbeit von Söderbaum: Die chemische Zusammensetzung einiger Papilionaceen in verschiedenen Entwicklungsstadien. Bied. Zbl. 1904, 323.

sich von ihm gleichzeitig auch wesentlich unterscheidet. Sie entwickelt längere (bis zu 1,2 m lange), oben verzweigte Stengel; ihr Blütenstand ist kein Köpfchen wie beim Klee, sondern eine *Traube*, die gewöhnlich *blauviolett* gefärbt ist. Ihre dreizähligen Blätter unterscheiden sich von den Kleeblättern durch spitze Enden, die am Ende jedes Blättchens gebildet werden, ferner durch die Hauptader, die über die Grenzen der Blattspreite hinaustritt, und dadurch, daß das mittlere Blättchen auf einem längeren Stiel sitzt als die seitlichen. Die Blattoberfläche der Luzerne ist gut entwickelt, so daß sie bei guter Entwicklung das Vielfache der Bodenfläche bedecken kann, welche die Luzerne besetzt. Diese große Assimilationsoberfläche kann auch große Wassermengen verdunsten. Die mehrsamige *Frucht* der Luzerne ist eine mehrfach (2—3mal) schneckenförmig gewundene Hülse mit netzartig behaarter Oberfläche. Die mächtige mehrjährige *Luzernewurzel*, aus deren oberem Teil (richtiger aus dem verkürzten Hauptstengel) alljährlich ein breiter Busch mit Stengeln gebildet wird, dringt in *große* Tiefen ein. Diese Tiefe ändert sich hauptsächlich je nach den Bodeneigenschaften und noch mehr nach dem Untergrund, in welchem sich das Wurzelsystem hauptsächlich entwickelt. Im Durchschnitt dringt die Wurzel in eine Tiefe von $1^1/_2$ bis 2 m ein (bei besonders durchlässigem Untergrund kann es vorkommen, daß die Wurzeln bis zu 15 m eindringen), wodurch auch die Widerstandsfähigkeit der Luzerne bei zeitweiser Dürre erklärt wird.

Genau so wie beim Klee zieht auch hier die kürzer werdende Wurzel mit zunehmendem Alter den Wurzelhals in den Boden hinein, wodurch derjenige Teil der Pflanze vor Schäden geschützt wird, der die Knospen trägt.

Wann die Luzerne in Kultur genommen wurde, ist nicht genau bekannt. Es ist jedoch bekannt, daß sie als sehr alte Pflanze auch schon in Persien bekannt war. In Persien, dem Lande, welches als ihre Heimat angesehen wird, wurde die Luzerne schon lange vor *Christi* Geburt als Pferdefutter angebaut. Von dort drang die Luzerne nach Europa vor. Und zwar wurde sie bei den Feldzügen *Alexanders des Großen*[1] nach Griechenland gebracht, von dort dann nach Italien. Spätere Nachrichten über die Kultur der Luzerne in den genannten Ländern sind allerdings nicht vorhanden. Offenbar hörte sie hier auf. Dafür erscheint aber die Luzerne nach einiger Zeit in Spanien. Ob sie dorthin nun von Rom vorgedrungen oder durch die Mauren gebracht worden ist, ist eine ungeklärte Frage. Sicher ist aber, daß die Luzerne hier festen Fuß faßte und von hier nach Frankreich gelangte. Das Klima Südeuropas zeigte sich für die Luzerne sehr geeignet. Hier entstand eine der besten Luzernesorten — die *Provencerluzerne*. Spanien und Südfrankreich dienten später bereits als Zentrum der Luzernekultur für die übrigen Länder Westeuropas; von dort gelangte die Luzerne auch nach Rußland. Heute wird die Luzerne bei uns in einigen Gegenden des Schwarzerdegebietes angebaut, aber eine derart feste Stellung, wie der Klee im Waldbodengebiet Rußlands hat sie noch nicht. Mehr Aussichten dafür bietet Transkaukasien. Neben der übernommenen Kultur der Luzerne besitzen wir ein uraltes Anbauzentrum — Turkestan, wo die Luzerne offenbar seit den Zeiten *Alexanders des Großen* (und sogar seit noch früheren Zeiten) als die einzige dort existierende Futterpflanze angebaut wird. Infolge der Jahrtausende alten Kultur unter gleichen Boden- und Klimaverhältnissen hat die Luzerne hier auch einige spezifische Eigenschaften erworben, die sie von der europäischen (z. B. der Provencer) Luzerne unterscheiden. Offenbar steht die Turkestaner Luzerne der *chinesischen Luzerne* oder Mü-Sü (Medicago sativa

[1] Daher ihr Name: Herba medica, die persische Pflanze, später Medicago (daher auch der Name Medizin). In Italien kennt man heute noch den Namen „Erba medica" (auch „Erba spagna").

chinensis) nahe, die 1847 aus Tibet nach Rußland und Deutschland eingeführt wurde. Bei der Prüfung dieser Art hat HUGO WERNER jedoch festgestellt, daß sie sich im Ertrag und Futterwert von der gewöhnlichen Luzerne nicht viel unterscheidet. Man nimmt an, daß die chinesische Luzerne, die in ihrer Heimat schneelose Winter verträgt, widerstandsfähiger gegen Fröste und deswegen für das kontinentale Klima geeigneter sein muß als die gewöhnliche Luzerne. Dementsprechend erwies sich die Turkestaner Luzerne für Gegenden mit rauhem Winter als wertvoll[1]. Aber seit der Zeit dieser Versuche haben die Untersuchung der Luzerne und ihre Züchtung in Amerika solche Fortschritte gemacht, daß man diese Angaben nicht verallgemeinern darf, um so mehr, weil die amerikanische Züchtung Formen benutzt hat, die aus verschiedenen Ländern stammen (darunter auch aus Rußland). Unter unseren Verhältnissen aber stellt sich nach den Mitteilungen des Versuchsfeldes in Poltawa heraus, daß sich die Turkestaner Luzerne schlechter bestockt und entwickelt als die gewöhnliche[2].

Außerdem wird die Turkestaner Luzerne sehr leicht von dem Pilz Pseudopeziza medicaginis befallen. Auch in Ungarn (Magyar-Ovar) war die turkestanische Luzerne schlechter als die bodenständige Luzerne. Der Name Turkestanische Luzerne muß offenbar noch zergliedert werden, weil nach den Mitteilungen der Samenstation in Taschkent die Samen der Luzernen (Chiva, Tschimkent, Siebenflußgebiet usw.) untereinander nicht gleichartig sind.

Manchmal wird auch noch die *amerikanische* Luzerne erwähnt. Aber diejenige Form, die von STEBLER und SCHRÖTER untersucht wurde, zeichnete sich wirtschaftlich vor der Provencerluzerne nicht günstig aus; im Gegenteil, sie war im Ertrag niedriger. Was die Kältewiderstandsfähigkeit anlangt, so gingen in den Versuchen von STEBLER und SCHRÖTER im rauhen Winter 1892/93 die Provencer-, die italienische und die amerikanische Luzerne ein. Unbeschädigt blieben in Deutschland die Luzernesorten aus Ungarn. Die *Herkunft* der Luzerne wird hauptsächlich durch die Beimengung der *Leitunkräuter* bestimmt, die oft für gewisse Gebiete charakteristisch sind. Die genannten Autoren verglichen auch die russische Luzerne mit den westeuropäischen Sorten und fanden, daß sie nach dem Abmähen langsamer wächst als die Provencerluzerne. Aber welche unserer Luzernen sie auch untersuchten, die akklimatisierte europäische, die bei uns im europäischen Rußland angebaut wird, oder die turkestanische Luzerne, ist unbekannt.

Gewöhnlich wird für die Luzerne das *Weinklima* als normal angegeben. Aber sie geht auch bedeutend weiter nach Norden; bei uns wird sie z. B. im Gouvernement Saratow angebaut. Aber dann sinkt ihre Leistungsfähigkeit, weil sie nach dem Abmähen langsamer wächst und deswegen nicht mehr als zwei Schnitte liefert. Sie ist weniger ausdauernd als in dem genannten normalen Gebiet, wo sie bei der erforderlichen Niederschlagsmenge alljährlich 4—5 Schnitte bringt, in der Summe größere Erträge liefert und sich an einem Ort länger hält. Solche Verhältnisse muß die Luzerne bei uns an der östlichen Schwarzmeerküste antreffen, die bis jetzt diese wertvolle Pflanze noch nicht genügend genutzt hat. Das östliche Transkaukasien und Turkestan sind für Luzerne nur bei Berieselung anbaufähig. Die Luzerne kann *ausfrieren*, aber nach den Mitteilungen verschiedener Autoren bei verschiedenen Temperaturen. Die einen behaupten, daß sie im schneelosen Winter Fröste bis zu —25° C vertragen kann, andere wieder, daß diese Pflanze kälteempfindlicher ist[3].

Diese Widersprüche werden zum Teil durch entsprechende Verhältnisse erklärt. Z. B. geht gänzlich abgehütete Luzerne im Winter leicht ein; ferner ist die Luzerne verschiedener

[1] Siehe DMITRIJEW: Die Futterpflanzen Nordamerikas. 1915.
[2] Siehe Arb. d. Versuchsfeldes Poltawa, S. 11 u. 17.
[3] Die russischen Ergebnisse bestätigen dies. — Siehe bei KLINGEN: III. Teil 45.

Herkunft nicht gleich kältewiderstandsfähig. Jedenfalls kann die Luzerne im Steppengebiet in schneelosen Wintern erfrieren[1].

Aber bei verschiedener Lufttemperatur können die Temperaturen der verschiedenen Böden, die ja eigentlich in dieser Hinsicht wichtig sind, gleich sein. Deswegen wären die Mitteilungen wichtiger und wahrscheinlich übereinstimmender, wenn sie nicht die Temperatur der Luft, sondern diejenige des Bodens angeben würden. *Dürreperioden* werden von der Luzerne verhältnismäßig gut vertragen[2], weil sie eine tiefgehende Wurzel besitzt. Außerdem können die Stengel der Luzerne infolge der großen Entwicklung der Gefäßbündel das Wasser schneller zu den Blättern führen als z. B. die Kleestengel[3].

Jedoch sind die Begriffe über Dürre nur relativ, und die Gegensätze des südöstlichen Klimas sind für die Luzerne zu groß. Bereits im Süden des Gouvernements Samara z. B. gedeiht die Luzerne schlecht, weil sie dort auch unter der Kälte der schneelosen Winter leidet, was auch die Kreuzungsarbeiten mit Medicago falcata herbeiführte, wovon weiter unten die Rede sein wird. Nichtsdestoweniger macht die Luzerne die *Berieselung* so bezahlt, wie kaum eine andere Futterpflanze, weil sie schnell wachsen und bis zu 5 Schnitte im Sommer liefern kann, wenn dies die Wärmeverhältnisse erlauben.

Die Luzerne verlangt lockere *Böden* und einen ebensolch lockeren *Untergrund*, in den die eindringende Wurzel tief einwachsen kann; die Böden dürfen nicht zu feucht sein. Im allgemeinen ist die Auswahl zwischen den für Luzerne tauglichen Böden recht groß, und gewöhnlich sagt man, daß es leichter ist, die luzerneuntauglichen Böden aufzuzählen, wobei man zu solchen Böden rechnet Böden mit hohem Grundwasserstand, die zur Versäuerung neigen, flache, steinige, schwere Lehm- und arme Sandböden. Ein sehr guter Boden ist für die Luzerne der Turkestaner Lößboden; die Schwarzerde ist ebenfalls für die Luzerne vollkommen geeignet, mit Ausnahme ihrer schweren Lehmvarianten. Bei der Frage der *Bodenbearbeitung* muß man die große Empfindlichkeit der Luzerne gegen Verunkrautung und die Tiefe der Wurzelbildung der Luzerne in Betracht ziehen. Besonders gefährlich sind für sie solche Gräser, die sich durch Ausläufer vermehren, wie z. B. Quecke und Trespe, die mit ihren Wurzeln ein dichtes Geflecht bilden, wodurch sie den Luft- und Wasserzutritt zum Boden erschweren; sie verdrängen die Luzerne bald, indem sie rasch die Zwischenräume zwischen den Luzernepflanzen ausfüllen. Infolgedessen wird empfohlen, die Bodenbearbeitung zu Luzerne (oder zu ihrer Deckfrucht, wenn sie als Untersaat angebaut wird) im Herbst auf große Tiefe auszuführen, durch tiefes Pflügen oder durch Untergrundlockern. Im Frühjahr aber ist ein sorgfältiges Lockern der Oberfläche mit Eggen oder mit Exstirpatoren erforderlich. Übrigens sind Fälle bekannt, bei denen der Anbau der Luzerne auch ohne tiefe Bodenbearbeitung gelang (Schwarzerde)[4].

Recht wichtig ist es für die erfolgreiche Entwicklung der Luzerne, den Boden im ersten Jahr durch vorbereitende Arbeiten nicht zu sehr auszutrocknen, sondern nach Möglichkeit die Feuchtigkeit anzusammeln und aufzubewahren. Außerdem ist es notwendig, zur Luzerne den Boden *unkrautrein* zu

[1] Siehe die Mitteilungen von Sladkow über das Versuchsfeld Omsk.

[2] Übrigens gibt es eine Ansicht, daß die Dürre außer der direkten Wirkung auch noch die Entwicklung der Knöllchen stört und dadurch die Bedeutung der Luzerne als Stickstoffsammler herabsetzt. — Klingen: Die frühreife Umlagewirtschaft. — Es gibt übrigens auch andere Ursachen, von denen die geringe Entwicklung der Knöllchen abhängen kann.

[3] Scholtkewitsch: J. exper. Landw. 3. Buch.

[4] Es folgen die betreffenden Ergebnisse des Versuchsfeldes Poltawa:

Tiefe der Furche	cm	13	20	26
Mittelertrag (in 5 Jahren)	dz	47	52	55

machen; vor allem darf man die Luzerne nicht auf verqueckten Feldern anbauen. Deswegen empfiehlt sich im Südosten, wo der Anbau der Luzerne nur bei Wahrung bestimmter Maßnahmen, die durch den örtlichen Versuch ausgearbeitet worden sind, gelingt, die Luzerne nach Hackfrüchten anzubauen.

In die *Fruchtfolge* wird die Luzerne nur an den nördlichen Grenzen ihres Anbaugebietes aufgenommen, z. B. auch bei uns[1], wo sie nicht besonders ausdauernd ist (3—5 Jahre). Im Süden dagegen, in Gegenden mit für die Luzerne günstigeren Verhältnissen, wo sie viele Jahre auf einem Ort wächst (z. B. 7—8 oder sogar 10—12 Jahre), wird die Luzerne auf besonderen *Luzerneschlägen außerhalb* der Fruchtfolge angebaut. Es empfiehlt sich, gleichzeitig zwei solche Schläge zur Verfügung zu haben: einen mit junger und einen mit älterer Luzerne, damit man immer im ganzen ungefähr gleiche Erträge erhält. Dabei wird der Luzerneschlag, nachdem der Ertrag der alten Luzerne gesunken ist, in die Fruchtfolge aufgenommen und umgepflügt; als Ersatz aber wird ein Feld aus der Fruchtfolge herausgenommen. Durch solche Anordnung braucht man auf die Zeitspannen keine Rücksicht zu nehmen; ist die Luzerne z. B. erfroren, so kann sie früher umgepflügt und der Schlag in die Fruchtfolge aufgenommen werden. Umgekehrt, wenn die Luzerne ihre Leistungsfähigkeit lange Zeit erhält, so befreit ihr Anbau außerhalb der Fruchtfolge von dem zwangsweisen Umpflügen, das durch einen Anbau in der Fruchtfolge hervorgerufen würde. Es wird mitgeteilt, daß bei häufiger Wiederkehr der Luzerne auf demselben Schlag eine *Ermüdung* des Bodens beobachtet wird. Aber größer als die einfache Bodenerschöpfung ist bei dieser Erscheinung die Rolle der Pilzerkrankungen. Um dies zu vermeiden, hielt man es früher für notwendig, die Luzerne erst nach so viel Jahren auf den Schlag wieder zurückkehren zu lassen, solange sie diesen Schlag besetzt hielt. Aber es ist klar, daß eine solche Regel zu willkürlich ist; z. B. ist es gar nicht nötig, daß man mit der Rückkehr der Luzerne 15—20 Jahre warten soll, eine Zeit, welche die Luzerne sehr leicht manchmal auf dem Schlage stehen kann[2].

Wenn genügende Düngermengen gegeben werden und sich keine Schädlinge einfinden, so kann man eine besondere Notwendigkeit der langen Unterbrechungen im Luzernebau schwer begründen. Nach Luzerne können recht verschiedene Pflanzen folgen; am häufigsten folgt Getreide, auf welches die Stickstoffanreicherung des Bodens günstig wirken kann (sowohl in quantitativem als auch in qualitativem Sinne)[3]. Bei uns aber ist der Boden nach Luzerne gewöhnlich ausgetrocknet; deswegen werden öfter nicht Winter-, sondern Sommergetreidearten gesät.

Auf reichem Boden und bei genügender Feuchtigkeit *lagert* das Getreide in Westeuropa manchmal nach Luzerne (Stickstoffüberfluß). In diesen Fällen empfiehlt es sich, nach Luzerne Raps oder Hackfrüchte anzubauen.

Auf die *Düngung* ist bei der Luzerne alles das anwendbar, was beim Klee gesagt wurde. Sie reagiert auf Kali- und Phosphorsäuregaben und ist anspruchslos an Stickstoff. In noch größerem Maße als Klee kann die Luzerne zu Beginn ihres Anbaues keine Düngung verlangen, weil sie den Untergrund auf größere Tiefe ausnutzt als das Getreide. Indem sie die obere Bodenschicht auf Kosten

---

[1] Siehe Beispiele für die Fruchtfolgen im Gouvernement Samara im Bericht von Klingen: Die fünffeldrigen Körnerfruchtfolgen der Umlagewirtschaft. — Ferner in den Handbüchern von Kostytschew, von Rogowin u. a.

[2] Solche Mitteilungen kennt man für Südfrankreich.

[3] Siehe die Beispiele einer Erhöhung des Eiweißgehaltes im Weizen in den erwähnten Arb. d. Versuchsfeldes Poltawa, S. 58. — Über die Austrocknung des Bodens durch die Luzerne auf große Tiefe siehe ebendort S. 55 u. 161 und bei Klingen: S. 14.

des Untergrundes mit Mineralstoffen anreichert, hinterläßt die Luzerne den Boden für das Getreide in einem in jeder Hinsicht angereicherten Zustand. Aber bei weiterem Anbau der Luzerne, besonders wenn sie mehrere Schnitte im Sommer liefert und dem Boden viel Mineralstoffe entzieht, stellt sich ein Düngerbedarf ein. Deswegen wendet man bei der Anlage von Luzerneschlägen auf längere Zeit oft die *Stallmistdüngung* an (oder Kompost), wobei es sich allerdings empfiehlt, mit dem Stallmist gleichzeitig künstlichen Dünger, der keinen Stickstoff enthält, zu geben, um ein Verunkrauten der Luzerne infolge des Stickstoffüberflusses im Stallmist zu vermeiden. Ein Teil der Nährstoffe dieses Stallmistes wird dabei von der Deckfrucht verbraucht.

Auf dem Versuchsfeld Poltawa wurde eine günstige Wirkung des Stallmistes, der 2 Jahre vor der Luzernesaat gegeben wurde, auf die Luzerne festgestellt. Aber in Turkestan findet man auch eine unmittelbare Kopfdüngung der Luzerne mit Stallmist. Dasselbe wird stellenweise auch in Amerika beobachtet (Koll). Hier kann man den Erfolg der günstigen Einwirkung des Stallmistes auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens (tote Decke) und vor allem seinen Aschenbestandteilen zuschreiben. Schließlich, wenn die Luzerne arm an Wurzelknöllchen geworden ist, wird sie auch auf den Stickstoff des Stallmistes reagieren; wahrscheinlich wird auch dadurch der Ratschlag von Werner erklärt, die Luzerne mit Stickstoff zu düngen, wenn sie sich ohne sichtbaren Grund weigert zu wachsen. Wenn aber die Knöllchen fehlen, so kann man das Impfen mit Nitragin oder mit Boden von alten Luzerneschlägen versuchen.

Auf den Lößböden Mittelasiens, wo die Luzerne wahrscheinlich schon seit 2000 Jahren angebaut wird, löst eine Gabe *Superphosphat* gewöhnlich eine außerordentliche Wirkung aus. So wurde zu Beginn der Versuche mit mineralischen Düngemitteln im Jahre 1902 bei Taschkent unter der Einwirkung des Superphosphats eine Verdreifachung der Luzerneerträge beobachtet (107 dz/ha Heu bei drei Schnitten gegen 36 dz auf der ungedüngten Parzelle), während die Anwendung von Kali auf dieser Bodenart gar keine Wirkung auf die Luzerne zeigte[1].

Von der Turkestaner Versuchsstation wurde in einem der Versuche, als die Düngung zur Vorfrucht gegeben wurde, die Wirkung auf die Luzerne selbst durch folgende Zahlen ausgedrückt:

	Ohne Düngung dz/ha	Superphosphat dz/ha	Stallmist dz/ha
Heuernte bei 3 Schnitten . . .	30	101	112[2]

Ähnlich wie der Klee reagiert auch die Luzerne auf *Gipsgaben*, wenn auch nicht so stark wie der Klee. Auf dem Versuchsfelde Poltawa wurde eine mittlere Ertragssteigerung von 20% unter der Gipseinwirkung beobachtet.

Die *Saat* der Luzerne erfolgt sowohl als Reinsaat als auch mit einer Deckfrucht. Weil die Luzerne im Vergleich mit dem Klee empfindlicher gegen Schatten ist, so wird die zweite Methode hier nicht so beständig[3] angewendet wie beim Klee. Wird sie aber angewandt, so wird als Deckfrucht irgendein frühreifendes und das Feld schnell räumendes Sommergetreide gewählt (Gerste, manchmal Hafer, der zu Grünfutter abgemäht wird), das außerdem dünner als gewöhnlich bestellt wird. In unserem Südosten empfiehlt sich vor allem der Anbau ohne Deckfrucht, weil bei einer Dürre die Deckfrucht für die noch nicht fest wurzel-

[1] Siehe Alexandrow: Der Luzernebau in Turkestan. 1915.
[2] Siehe R. R. Schröder: Aufsatz in Turkestan. Landw. 1911.
[3] Nach den Mitteilungen von Koll wird die Luzerne in Amerika ohne Deckfrucht angebaut.

gefaßte Luzerne als Konkurrent auftreten kann, der ihr die Feuchtigkeit wegnimmt.

So wurden auf der Versuchsstation Besentschuk beim Anbau der Luzerne in dem sehr trockenen Jahr 1911 im nächsten Jahr folgende Unterschiede im Heuertrag festgestellt:

	Ohne Deckfrucht dz	Mit Deckfrucht dz
Breitsaat	27,0	8,0
Gewöhnliche Drillsaat	29,0	8,7
Breitreihige Drillsaat	29,8	6,7

Die *Beimischung anderer Futterpflanzen* verträgt die Luzerne ebenfalls nicht. Deswegen wird sie gewöhnlich rein gesät, trotzdem die Beimischung von Klee z. B. in der Hinsicht günstig sein könnte, daß dadurch eine Möglichkeit geboten wird, die Heuerträge bis zu einem gewissen Grade auszugleichen, weil man den Klee bereits dann schon nutzen kann, wenn die Luzerne noch unbedeutende Erträge liefert. Aber der Erfolg des Luzernebaus hängt so stark von der guten Entwicklung im ersten Jahre ab, daß es besser ist, diese Methode zu vermeiden. Es ist wahr, daß in Ungarn die Luzerne sogar mit der wehrlosen Trespe (Bromus inermis) gemischt wird, die als ihr ärgster Feind angesehen wird; aber wahrscheinlich wird auch dort die Luzerne durch die wehrlose Trespe verdrängt. Ist die Luzerne unter den allerbesten Verhältnissen doch nicht ausdauernd, so sind in der betreffenden Gegend natürlich Verhältnisse möglich, unter denen die Beimischung von Futterpflanzen begründet ist, vor allem, wenn sie *nicht gleichzeitig* mit der Luzerne ausgesät werden, sondern erst später, wenn die Luzerne bereits kräftiger geworden ist[1], oder wenn man sich bestockende Arten nimmt (wie z. B. Festuca elatior) und nicht solche, die sich durch ihre Wurzelausläufer vermehren.

Die *Luzernesamen*, welche größer sind als die Kleesamen (gleichmäßig gelbbraun gefärbt) werden auch stärker ausgesät. Am häufigsten werden bei Breitsaat 30 kg, bei Drillsaat 22 kg (in sehr trockenen Gegenden wird auch noch weniger ausgesät, z. B. 6—8 kg bei Breitsaat) je Hektar ausgesät. Die *Saattiefe* muß nach Werner auf bindigem Boden 0,5 cm, auf mittlerem Boden 1—1,5 cm und auf leichtem Boden 2 cm betragen. Aber die Trockenheit der oberen Schicht kann dazu zwingen, tiefer zu säen. Deswegen betragen die Mitteilungen unserer Autoren etwa das Doppelte derjenigen Werners. So werden für den Südosten 1—4 cm angegeben. Als Deckfrucht zieht man gewöhnlich Sommergetreidearten vor, die dadurch wünschenswerter sind, weil die Luzernesamen eine größere Unterbringungstiefe verlangen als der Klee. Außerdem spielt die früher erwähnte Möglichkeit, das Sommergetreide den Ansprüchen der Luzerne anzupassen (dünn säen und früh ernten zu Grünfutter oder Heu) eine Rolle.

Die *Saat* erfolgt möglichst früh, soweit es die Frühfröste zulassen. Es empfiehlt sich aber, jedenfalls nicht zu spät zu säen, weil dann, abgesehen von der Dürregefahr, die Luzerne auch von Erdflöhen befallen wird[2]. Oft wird die Ansicht vertreten, daß die normale Aussaatzeit der Luzerne mit der Bestellzeit des Hafers zusammenfällt. Werner empfiehlt auf leichten Böden in günstigem Klima die Luzerne im August-September unterzusäen; dann widersteht sie der Dürre im darauffolgenden Frühjahr besser. Aber für unsere Verhältnisse ist diese Methode in der Mehrzahl der Fälle weniger praktisch, abgesehen von

[1] Klingen: 3, 54.
[2] Außer von Erdflöhen wird junge Luzerne auch von der Zikade befallen. (Koll.)

dem äußersten Südosten, wo die Frühjahrssaaten infolge der Beschädigung der Luzerne durch Insekten (der Käfer Epicanta erythrocephala) nicht gelingen; deswegen wird die Luzerne dort im August gesät (Versuchsfeld Tingutin, Gouvernement Astrachan).

Bei Reinsaat muß die Luzerne im ersten Jahr gejätet, bei Drillsaat gehackt werden. Manchmal wird anstatt zu jäten das Unkraut abgemäht, aber zu frühes Abmähen (vor allem mehrmals) kann die junge Luzerne schwächen.

Bei der Aussaat ohne Deckfrucht blüht die Luzerne bereits in ihrem ersten Lebensjahr und liefert einen Schnitt, allerdings keinen großen, weil die jungen Pflanzen noch wenig bestockt sind. Wird sie aber mit einer Deckfrucht angebaut, so entwickelt sie sich im ersten Jahr gewöhnlich wenig, manchmal aber doch so stark, daß man sie im Herbst abmähen muß, um das Ausfaulen der Luzerne im Winter zu vermeiden; man darf auch nicht zu spät und nicht zu tief mähen, weil die Luzerne sonst erfriert.

Nach Mitteilungen von Koll wird die Luzerne in Amerika im ersten Jahr mehrmals abgemäht, „damit sie sich besser bestockt". In letzter Zeit wurden übrigens dort Versuche gemacht, die Luzerne durch Verpflanzen zu vermehren[1].

Im zweiten Jahr liefert die Luzerne eine für die betreffende Gegend übliche Zahl von Schnitten. Ihre größte Leistungsfähigkeit erreicht sie jedoch erst in den folgenden Jahren. Im Frühjahr wächst sie rasch und bringt den ersten Schnitt bedeutend früher als Klee. Es empfiehlt sich, die Luzerne etwas vor der vollen Blüte zu *mähen*, weil die Pflanzen zu dieser Zeit viel Rohfaser ansammeln; der prozentuale Gehalt an Eiweißstoffen sinkt aber stark. Dies ist z. B. aus folgenden Analysen von Ritthausen ersichtlich:

Das Heu enthielt	beim Mähen		
	der jungen Luzerne %	vor der Blüte %	in voller Blüte %
Rohfaser	19,3	23,8	42,5
Stickstoffhaltige Substanzen	29,9	21,9	15,5
Stickstofffreie Substanzen und Fett	29,1	30,8	21,9

Parallel hierzu seien die Ergebnisse des Poltawaer Versuchsfeldes angeführt:

	2. Mai (20 cm Höhe) %	19. Mai (es traten Blütenknospen auf) %	6. Juni (die Luzerne blühte) %
Eiweiß	23,6	18,8	15,3
Stickstofffreie Extraktstoffe	34,4	32,9	37,0
Rohfaser	12,5	19,5	21,8

Die angeführten Zahlen zeigen, daß der Eiweißgehalt im Luzerneheu sehr hoch ist. Er ist größer als der mittlere Eiweißgehalt im Samen des gewöhnlichen Weizens. Infolgedessen wäre die Fütterung ausschließlich mit Luzerneheu unökonomisch; man muß auch gleichzeitig grobes Futter geben. In Amerika wird das Luzerneheu nicht nur verfüttert, sondern es wird daraus auch Mehl hergestellt, das unter anderem zur Geflügelfütterung Verwendung findet.

Die *Zahl der Schnitte* schwankt in den verschiedenen Gegenden stark. Man nimmt an, daß für jeden Luzerneschnitt vom Beginn der Entwicklung der Luzerne bis zu ihrer Blüte eine Temperatursumme von 850° erforderlich ist. Deswegen wird empfohlen, die Summe der mittleren Sommertemperaturen des betreffenden Gebietes durch 850 zu dividieren, um die gesuchte Zahl der Luzerneschnitte in einem Jahr zu erhalten. Ähnliche Berechnungen von Gasparin

[1] J. exper. Landw. 1913, 306.

zeigen, daß die errechnete Schnittzahl mehr oder weniger der Wirklichkeit entspricht. So fand er für Paris eine Summe der Sommertemperaturen von 3850° und für den Süden Frankreichs eine etwas größere Summe. Das Ergebnis der Division durch 850 ist 4—5. Es stellt sich heraus, daß die Luzerne bei Paris tatsächlich 4 und im Süden 5 Schnitte bringt. Diese Methode bestätigt sich bei uns, wenn nur ein anderer Faktor, die Feuchtigkeit, nicht im Minimum liegt. So liefert die Luzerne im Gouvernement Poltawa, wo die Summe der mittleren Temperaturen für Mai, Juni, Juli und August 2283° beträgt, nach den Versuchen des Poltawaer Versuchsfeldes und nach den Ergebnissen der dortigen Wirtschaften gewöhnlich zwei Schnitte und Grummet, was also wiederum dem Ergebnis 2283 : 850 entspricht. *Aber im Südosten hängt die Zahl der Schnitte, wenn keine Berieselung vorhanden ist, in höherem Maße von den Niederschlägen als von der Temperatur ab.*

Alle diese Berechnungen finden natürlich nur bei genügender Feuchtigkeit ihre Bestätigung. Andernfalls sind große Abweichungen möglich. So sind z. B. für das Gouvernement Samara nach den Mitteilungen von Klingen 3 Schnitte in 2 Jahren normal, wenn die Kultur ohne Berieselung betrieben wird. (Die frühreife Umlagewirtschaft, S. 13.)

In Fergana wird bei Berieselung die Luzerne 4—5mal gemäht, was bei einer Düngung zusammen 120—150 dz Heu je Hektar ausmachen kann.

Man soll auch bei der Ernte der Luzerne dafür Sorge tragen, durch die Heureihen und die Hocken die Pflanzen nicht zu lange zu beschatten, weil sonst die folgende Ernte darunter leiden kann.

Die gemähte Luzerne wird gewöhnlich in Reihen, in Schwaden auf gewöhnliche Art *getrocknet*, mit den gleichen Vorsichtsmaßregeln wie beim Klee, um die schnelltrocknenden Blätter, die recht eiweißreich sind, nicht zu verlieren. Weil aber bei uns die Luzerne in trockeneren Gegenden angebaut wird als der Klee, so muß man hier häufig mit der Erhaltung der Blätter noch vorsichtiger sein als beim Klee. Den Trocknungsmaßnahmen wird zur Aufgabe gestellt, die Blätter nicht gleich trocknen zu lassen, damit sie nicht sofort ihre Funktionen einstellen (Verdunstung); denn sonst bleiben die Stengel lange feucht. Es ist deswegen wünschenswert, daß die Blätter der eben abgemähten Pflanzen möglichst wenig der Sonnenglut ausgesetzt sind und daß durch die Hocken ein ständiger Luftdurchzug erfolgt. Deswegen wird im Süden bei heißem Wetter die Luzerne sogar unmittelbar nach der Mähmaschine in Reihen und darauf in Hocken zusammengerecht. Bei geringerer Hitze wird das gleiche nach 12, 24 usw. Stunden ausgeführt, indem man sich dabei streng nach den örtlichen Wetterverhältnissen richtet[1].

In Turkestan wird die Luzerne gemäht und in Garben gebunden, in denen sie auch verkauft wird.

Aus der Beschreibung der Luzerneernte in Amerika von Koll wollen wir hier folgendes anführen: „Das Geheimnis der Luzerneernte ist, sie vor dem Lagern in Diemen nicht austrocknen zu lassen". . . „Die Diemen mit Luzerneheu zu bedecken, wird nicht empfohlen, weil dabei viel verlorengeht. Die beste Abdeckung wird aus Getreidestroh hergestellt, weil auf diesem das Regenwasser gut abläuft." Viele sehr bestimmte, aber oft voneinander abweichende Angaben, die in den Aufsätzen und Büchern über den Anbau der Luzerne und anderer Futterpflanzen zerstreut sind, sind mit dem ganzen Komplex der örtlichen Verhältnisse und Maßnahmen eng verbunden und können deswegen schwerlich verallgemeinert werden.

Was die *Erträge* der Schnitte anlangt, so liefert bei uns der erste Schnitt ohne Berieselung gewöhnlich etwa 30 dz/ha, der zweite etwa 15 dz Heu. Auf dem Poltawaer Versuchsfeld erhielt man durchschnittlich 63 dz/ha je Jahr und 25 dz

[1] Näheres siehe bei Klingen: Die Futterpflanzen. III.

je Schnitt, wobei der Jahresertrag bei einem Anbau ohne Deckfrucht etwa um 7,5 dz höher lag als bei Untersaat.

Auf der Versuchsstation Besentschuk brachte die breitreihige Drillsaat ohne Deckfrucht in einigen Jahren noch größere Ertragssteigerungen im Vergleich zum Anbau mit Deckfrucht (siehe dritten Bericht).

Unter geeigneteren Verhältnissen, und vor allem bei Berieselung können die Erträge noch bedeutend höher sein. Die höchsten Erträge erhält man in Südeuropa (in Frankreich und Italien), wo die Luzerne bei Berieselung und Düngung in der Summe von 5 Schnitten bis zu 150 dz Heu je Hektar liefert. Die Ertragsfähigkeit der Luzerne ändert sich mit den Jahren, und zwar wächst sie in den ersten Jahren, erreicht in einem bestimmten Alter der Pflanze das Maximum und sinkt nachher wieder. Aber in den verschiedenen Gegenden fällt das Jahr der höchsten Erträge nicht auf das gleiche Alter der Luzerne. So werden für Südfrankreich, Ungarn, dessen Klima sich bereits mehr dem Klima unseres Südwestens nähert, und für den Kreis Smijew des Gouvernements Charkow folgenden Veränderungen der Luzerneerträge nach Jahren angegeben:

	Frankreich %	Ungarn %	Smijew %	Besentschuk (Gouv. Samara) %		Frankreich %	Ungarn %	Smijew %	Besentschuk (Gouv. Samara) %
1. Jahr	36	31	25	15	4. Jahr	117	40	10	34
2. ,,	108	63	48	31	5. ,,	103	23	10	16
3. ,,	117	49	18	23	6. ,,	90	—	—	—

Auf diese Weise sinkt in unserem Schwarzerdegebiet (besonders nach Osten hin) die Ertragsfähigkeit der Luzerne noch früher als in Ungarn[1], so daß man manchmal gezwungen ist, die Luzerneschläge nach 3—4 Jahren umzupflügen[2]; nach dem Südwesten zu aber sind die Lebensverhältnisse für die Luzerne günstiger. Noch günstiger sind sie aber an der Schwarzmeerküste und in Georgien, wo die Luzerne bis heute noch nicht genügend genutzt wird.

Die Ausdauer der Luzerne auf einer Stelle hängt von den Boden- und Klimaverhältnissen ab, und ebenso von der Furchentiefe vor der Saat, von der Verunkrautung des Bodens usw. Bei günstigem Verhältnis aller dieser Faktoren bleibt sie länger auf einem Schlage, bei ungünstigem räumt sie ihn früher. Deswegen kann man durch einige *Pflegemaßnahmen* die Ausdauer der Luzerne auf dem betreffenden Schlage bis zu einem gewissen Grade verlängern. Als solche Maßnahme können dienen: *Eggen* im Frühjahr und sogar eine Lockerung des Bodens durch Federzahnkultivatoren zur Luzerne, deren tiefgehende festsitzende Wurzeln durch diese Maßnahmen nicht nennenswert beschädigt werden, vor allem auf alten Luzerneschlägen. In Amerika werden die Luzerneschläge mit Scheibeneggen bearbeitet; dieser Maßnahme einer „Verjüngung der Luzerne" wird große Bedeutung zugeschrieben. Das Eggen wird im Frühjahr ausgeführt und nach dem Schnitt wiederholt. Werner empfiehlt die Hauptlockerung des Luzerneschlages im Herbst auszuführen, im Frühjahr das Eggen nur zu wiederholen. Je älter die Luzerne ist, um so energischer wird die Lockerung ausgeführt, weil der Wurzelhals mit dem Alter stärker in den Boden sinkt und keine Gefahr läuft, beschädigt zu werden. Die Spaltung der alten Wurzeln in ihrem oberen Teil wird von einigen sogar als nützlich angesehen, weil sie die Bildung der Knospen verstärkt. Von anderer Seite wird aber wieder betont, daß die Be-

[1] Die Angaben für Frankreich und Ungarn sind nach Kostytschew zitiert, für den Kreis Smijew nach dem zehnjährigen Bericht von Kretschun 1912.

[2] Siehe Klingen: Futterpflanzen, 3. Teil, S. 47.

schädigung der Krone ihre Anfälligkeit gegen Erkrankungen erhöht (KONSTANTINOW). Ferner hat unter den Pflegemaßnahmen die *Kopfdüngung* Bedeutung, aber keine Stickstoffdüngung, welche die Entwicklung der für die Luzerne gefährlichen Unkräuter (Quecke usw.) begünstigt, sondern eine Düngung mit Kalisalzen, löslichen Phosphaten und Gips. Sehr gern wird die „Verjüngung" der Luzerne mit der Phosphatkopfdüngung, die außerdem auch Gips enthält, vereinigt. Eine starke Reaktion der Luzerne auf Phosphorsäuredüngung wurde auch von der Versuchsstation Ploty festgestellt (s. 18. Bericht des Jahres 1912). Aber die größten Düngerwirkungen werden in Turkestan beobachtet, wo es der Wärme- und Feuchtigkeitsüberfluß (mit Berieselung) gestattet, Superphosphat sogar bei dem hohen Preise vorteilhaft anzuwenden.

Im Südosten erscheint als eine der Luzernepflegemaßnahmen das *künstliche Ansammeln von Schnee* auf den Feldern, wozu bei Tauwetter entweder Schneewälle mit einem dreieckigen Schneepflug oder Schneehaufen (z. B. 90 Haufen je Hektar) errichtet werden, wodurch der Wind auf dem betreffenden Felde viel Schnee ablagert; im Frühjahr tritt eine Erhöhung des Feuchtigkeitsgehaltes ein. Zu demselben Zweck werden manchmal im Anbaujahr der Luzerne Kulissen aus hochstengligen Pflanzen (Mais, Sonnenblumen, Sorghum) in einer Entfernung von 12—20 m voneinander aufgestellt, wobei die Stengel zum Winter stehenbleiben und erst im Frühjahr fortgeräumt werden, wenn ihre Rolle als Schneefänger beendet ist.

Außerdem wird nicht empfohlen (und bei jungen Pflanzen wird es gar nicht zugelassen), auf den Luzerneschlägen Schafe zu hüten, weil diese durch ihr tiefes Abfressen die Pflanzen zu sehr schwächen. Übrigens stimmen in dieser Hinsicht die Ansichten der Landwirte nicht ganz überein, was von den Unterschieden im Feuchtigkeitsgehalt des Bodens beim Abhüten und von anderen Verhältnissen abhängt.

Es wird dabei empfohlen, folgendes zu beachten: „1. Mit dem Abhüten erst dann zu beginnen, wenn die Luzerne festen Fuß gefaßt hat (im Südosten nicht vor dem 3. Lebensjahr), nur bei trockenem Zustand des Luzernefeldes. 2. Nach dem Abmähen soll man den Pflanzen Zeit lassen, 13—18 cm hoch zu wachsen, und sie dann erst abhüten. 3. Im Herbst muß man das Hüten 14 Tage vor Eintritt der Fröste einstellen, damit die Pflanzen wieder wachsen können[1]."

Zur *Samengewinnung* wird mehr oder weniger all das beachtet, was auch beim Klee gesagt wurde. Zu diesem Zweck werden meistens Schläge mit älteren Pflanzen bestimmt, bei denen das Maximum in der Entwicklung der vegetativen Teile bereits vorüber ist. Zu einer derartigen Auswahl der Luzerne zur Samengewinnung zwingt die Beobachtung, daß Luzerne, die einmal einen Samenertrag geliefert hat, ihre Ertragsfähigkeit in der Schnittzahl herabsetzt.

Übrigens hängt dies von den Ernährungsverhältnissen und von anderen örtlichen Besonderheiten ab. So wurde an der Versuchsstation Rostow-Nachitschewan solch eine abschwächende Wirkung bei der Verwendung junger Luzerne zur Samengewinnung auf die darauffolgende Entwicklung der Pflanzen nicht beobachtet (PUSCHKAREW).

Wenn es die klimatischen Verhältnisse erlauben, z. B. in Turkestan, so nimmt man zuerst einen Schnitt zur Heugewinnung, den nächsten Schnitt läßt man aber zur Samengewinnung stehen. Die *Ernte* beginnt mit dem Braunwerden der Hülsen. Die Samen lassen sich aus den Früchten bedeutend leichter gewinnen als beim Klee; deswegen hat man hier beim Dreschen nicht die Schwierigkeiten wie dort. Die *Samenerträge* der Luzerne sind gleichmäßiger und gewöhnlich auch höher als beim Klee. Man erhält leicht Erträge von 3—4,5 dz/ha. Weil die Insekten bei der Bestäubung der Luzerneblüten eine wichtige Rolle spielen (vor

[1] Siehe ROGOWIN: Der Anbau der Futterpflanzen.

allem die *Bienen*), so hängt der Samenertrag u. a. auch von der Zahl der Insekten ab. Wird die Luzerne speziell zur Samengewinnung angebaut, so ist eine *breitreihige Drillsaat* mit Hackkultur zwischen den Reihen empfehlenswert[1]. Die Luzerne hat mit dem Klee eine Reihe gemeinsamer *Feinde*, wie die *Seide*, aber außerdem noch eine Reihe von Insekten (u. a. den *Rüsselkäfer* und den *Wiesenzünsler*), welche die Luzerne beschädigen.

Die Beschädigungen durch den Rüsselkäfer während der Blütezeit zwingen oft dazu, die Samenernte nicht vom ersten Schnitt, sondern vom zweiten zu nehmen (der berieselte Schlag in Walni)[2].

Die Raupen des Wiesenzünslers können auch den Fruchtknoten ausfressen, das gleiche machen auch die Larven einiger Käfer. Unter diesen gibt es solche, die sich Gänge in der Hauptwurzel bohren und dadurch die regelmäßige Entwicklung der Wurzel stören.

Die anderen Luzernearten stehen in der Kultur auf einer weit tieferen Stufe als die eben beschriebene blaue Luzerne; in botanischer Hinsicht aber nähern sich einige von ihnen der Kulturluzerne oder werden als ihre Abarten angesehen. Hierher gehören: „Die Sichelluzerne", die „Sandluzerne" und die sich morphologisch mehr unterscheidende „Hopfenluzerne". Aber in der Kultur unterscheiden sich diese drei Formen recht deutlich.

β) Die Sichelluzerne oder schwedische, gelbe Luzerne (Medicago falcata L.)

unterscheidet sich von M. sativa hauptsächlich durch gelbe Blüten und durch die Frucht, die nicht schneckenförmig gewunden, sondern sichelartig gebogen ist. Sie wächst wild in Nordeuropa und Asien. Sie wurde auf Veranlassung von Linné in Schweden in Kultur genommen; Linné nahm nach der starken Verbreitung dieser Luzerne in den nördlichen Gegenden an (und dies hat sich bestätigt), daß sie an Klima und Boden anspruchsloser ist als die gewöhnliche Luzerne. Heute wird die Sichelluzerne im Westen für trockene steinige Böden empfohlen. Bei uns ist sie für den Südosten überhaupt von Interesse[3]. Die Ertragsfähigkeit ist viel geringer als bei der gewöhnlichen Luzerne; nach dem Schnitt wächst sie langsam, ist aber ausdauernd. Mit der Erforschung dieser Luzerne und ihrer verschiedenen Kreuzungen zwischen M. falcata und sativa befaßt sich die Versuchsstation in Krassno-Kutsk (W. S. Bogdan)[4].

γ) Die Sand- oder bunte Luzerne (Medicago media Pers.)

wird als *Bastard* zwischen M. sativa und falcata deswegen angesehen, weil ihre Blüten zum Teil violett, wie bei M. sativa, zum Teil gelb, wie bei M. falcata, gefärbt sind. Außerdem ist die Frucht weniger gewunden als bei M. sativa, aber stärker als bei M. falcata. Diese Meinung wird dadurch verstärkt, daß M. sativa und falcata in unmittelbarer Nachbarschaft fertile Bastarde liefern können. Im Vergleich mit der gewöhnlichen und der Sichelluzerne verträgt die Sandluzerne noch sandigere Böden als die beiden anderen, weswegen sie auch *Sandluzerne* heißt.

[1] Siehe die Aufsätze von Ussowsky in der „Südrussischen landwirtschaftlichen Zeitung" des Jahres 1912. Zu den dort angeführten Mitteilungen wollen wir noch hinzufügen, daß N. E. Laskowsky, Prof. der Moskauer Universität und Gutsbesitzer im Gouvernement Charkow, Kreis Walky, in den 80er Jahren diese Methode des Luzerneanbaues zur Samengewinnung bevorzugte.

[2] Über die Schädlinge siehe bei Wassiljew: Chosjäistwo 1913, Nr 16 u. 17.

[3] Siehe Klingen, 3. Teil, S. 83.

[4] Näheres siehe bei Konstantinow: Land- und Forstwirtschaft 1916 und in den Berichten der Versuchsstation Krassno-Kutsk 1919.

δ) Die Hopfenluzerne (Medicago lupulina L.)

ist eine ein- oder zweijährige Pflanze. Vor dem Aufsteigen lagert sich der Stengel etwas am Boden. Die Blätter ähneln sehr denen des Klees; sie unterscheiden sich von ihnen nur durch die der Luzerne eigenen Mittelzähnchen. Der Blütenstand ist eine Traube mit gelben Blüten, die sich der Form eines Köpfchens nähert. Daher der Name Gelbklee. Die Hülse ist kurz, knospenartig, oft einsamig. Die Hopfenluzerne stirbt gewöhnlich im zweiten Lebensjahre ab oder setzt ihre Ertragsfähigkeit wesentlich herab. Wird sie aber oft als eine mehrjährige Pflanze angesehen, so geschieht dies deswegen, weil sie sich auf der Weide durch Selbstaussaat sehr gut vermehrt. Sie verträgt übermäßig feuchte Böden und wird deswegen für trockengelegte Moore empfohlen.

Aber am interessantesten ist folgende Möglichkeit. Sät man im Frühjahr die Hopfenluzerne als Untersaat in Roggen ein, so liefert sie einen Schnitt im September *desselben* Jahres (Deutschland). Auf diese Weise ermöglicht es diese Pflanze (und noch häufiger die Serradella), die Herbstperiode zur Gewinnung einer *Stoppelfutterernte* auszunutzen, oder die blühende Luzerne wird zur Gründüngung untergepflügt.

ε) Der Steinklee (Melilotus).

Von den Futterpflanzen aus der Familie der Leguminosen wurden wiederholt der *gelbe und weiße Steinklee* (Melilotus albus und officinalis) unter dem Namen des bucharischen Riesen- oder Wunderklees empfohlen als Pflanzen, die sich für trockene, steinige Böden eignen und sich durch große Erträge auszeichnen. Aber der durch das reichliche Vorhandensein von *Kumarin* bedingte scharfe, für das Vieh unangenehme Geruch und außerdem der hohe *Rohfasergehalt* der Stengel setzen den Futterwert dieser Pflanzen stark herab. Nichtsdestoweniger hat der Steinklee heute eine größere Bedeutung als früher. In Nordamerika wird er zur Anlage von Weiden, zur Herstellung von Heu und Silofutter verwendet, geschweige denn von der Anwendung als Gründüngung. Er wird auch als honigbildende Pflanze geschätzt; der gelbe Steinklee ist in dieser Hinsicht besser als der weiße. Man benutzt ihn auch zur Festigung von Talabhängen, wobei man betont, daß er nicht nur Trockenheit verträgt, sondern auch bei der Kultur auf salzhaltigen Böden unersetzlich ist; er verträgt rauhe Winter und hat fast gar keine Schädlinge.

Es folgen hier Beispiele von *Fruchtfolgen mit Steinklee*, die im Maisgebiet vorkommen:

Zweifelderfruchtfolgen	Dreifelderfruchtfolgen	Vierfelderfruchtfolgen
1. Mais 2. Hafer mit Steinkleeuntersaat zur Herbstnutzung	1. Mais 2. Sommergetreide mit Steinkleeuntersaat 3. Steinklee mit Lieschgras (Weide)	1. Mais 2. Sommergetreide m. Steinkleeuntersaat zur Gründüngung 3. Weizen mit Steinkleeuntersaat 4. Steinklee zur Heu- und Samengewinnung

Neben dem zweijährigen Steinklee (weiß und gelb) gibt es eine einjährige Art des gelben Steinklees.

Bei uns verdient der Steinklee besondere Beachtung in den Gebieten, die reich an salzhaltigen Böden sind; in anderen Gegenden aber kann er als Untersaat für Getreide interessant sein, um im Herbst als Gründüngung zu dienen, wenn der Herbst für Serradella und Stoppellupinen zu kurz ist.

Man kann auch noch den *blauen Steinklee* (Melilotus coeruleus oder Trigonella coerulea) erwähnen, der, obgleich er auch oft unter den Futterpflanzen aufgezählt wird, öfter (z. B. in der Schweiz) zur Herstellung der Farbe und des Geruches von grünem Käse angebaut wird.

Von den Leguminosen derselben Gruppe werden manchmal auch der *Schotenklee, der gewöhnliche und der Sumpfschotenklee* empfohlen (Lotus corniculatus L. und uliginosus Schk.) als mehrjährige Futterpflanzen, die an den Boden recht anspruchslos sind. Der erstere verträgt Dürre, wenn er nur Zeit hatte, sein tiefgehendes Wurzelsystem zu entwickeln, der zweite dagegen wird als eine Pflanze empfohlen, die sich zum Anbau auf trockengelegten Mooren und Torfmooren eignet. Diese Pflanzen entwickeln Triebe, die beim Sumpfschotenklee am Boden kriechen und bei gewöhnlichem Schotenklee sich sofort nach oben richten oder sich erst anfangs am Boden lagern. Für Dauerwiesen haben diese Pflanzen eine größere Bedeutung als für den Feldfutterbau.

Nachdem wir das Kapitel der „kleeartigen" Futterpflanzen aus der Familie der Schmetterlingsblütler beendet haben, gehen wir zur Betrachtung der Pflanzen aus derselben Familie, aber mit *gefiederten* Blättern, der Esparsette, der Serradella und des Wundklees und einiger anderer wenig wichtiger Pflanzen über.

3. Die Esparsette.

Die Esparsette (Onobrychis sativa) ist eine mehrjährige Pflanze, die bei uns wildwachsend hauptsächlich im Schwarzerdegebiet vorkommt. Der Stengel ist gerieft und 30—60 cm hoch. Die Blätter sind unpaarig, mit 13—25 schmalen linearen, verkehrt eiförmigen Blättern; sie sind an der unteren Seite mit Härchen bedeckt. Der Blütenstand ist eine vielblütige *rosarote Traube*, die auf einem langen Stengel sitzt. Die braune, einsamige, nichtplatzende Hülse ist stark gewölbt mit einer verdickten geraden oberen Kante und einer gewölbten gezackten unteren Kante; an den Seiten ist die Hülse mit einem Netz gewölbter Adern bedeckt; in den Vertiefungen dieses Netzes befinden sich anliegende Härchen. Die Frucht besitzt eine dicke Schale, so daß sich ihr Gewicht zum Gewicht des Samens wie 1 : 3 verhält. Diese Hülsen heißen im wirtschaftlichen Sinne Samen. Die Samen im botanischen Sinne aber sind etwas größer als diejenigen der Luzerne und ähneln der gewöhnlichen Bohne. Das Wurzelsystem ist recht stark entwickelt; die Pfahlwurzel dringt ähnlich wie die Luzernewurzel in große Tiefe, die gewöhnlich 70—100 cm beträgt (ausnahmsweise und bei besonders durchlässigem Boden und Untergrund bis zu 10 m). Die Wurzel zeichnet sich angeblich im Vergleich mit den Wurzeln anderer Kulturpflanzen durch ein größeres Aufschließungsvermögen aus, weswegen der Esparsette die Fähigkeit zugeschrieben wird, zur Verwitterung der Gesteine wesentlich beizutragen, dies um so mehr, weil die Wurzeln mit Gewalt in die Risse des steinigen Bodens eindringen können. In ihrem oberen Teil ist die Esparsettewurzel wie auch beim Klee und bei der Luzerne fähig, neue Triebe zu bilden. In wirtschaftlicher Hinsicht unterscheidet sich die Esparsette vom Klee und von der Luzerne dadurch, daß sie beim Vieh keine Blähungen hervorruft, weswegen sie in Frankreich „Sainfoin" und in Deutschland „Süßklee" heißt.

Gewöhnlich spricht man von drei Onobrychis-sativa-Varietäten: der *gewöhnlichen Esparsette* (O. sativa communis), der *zweischürigen Esparsette* (O. sativa bifera) und der *dreischürigen Esparsette* (O. sativa maxima). Aber botanisch unterscheiden sich diese Formen nicht; auch ihre wirtschaftlichen Unterschiede, wie z. B. die Schnittzahl, erhalten sich nur in denjenigen Gegenden, wo sie unter der Einwirkung der betreffenden Verhältnisse entstanden sind, und gehen bei der Übertragung der Pflanze in weniger günstige Verhältnisse bald verloren, was auch bei der Übertragung der zweischürigen Esparsette aus Frankreich und der dreischürigen aus England sogar nach Deutschland beobachtet wird; um so weniger eignen sich diese Pflanzen für unsere Verhältnisse.

Die Ausführungen über das Wurzelsystem genügen schon, um die Vermutung über die Anspruchslosigkeit dieser Pflanze an den *Boden* hervorzurufen. Es wird behauptet, daß sie mit Erfolg auf trockenen steinigen Böden wachsen kann, wie keine andere Kulturpflanze. Es genügt irgendeine Spalte, damit die Wurzeln der Esparsette mit Gewalt in den harten Boden eindringen und sogar infolge der großen Aufschließungsfähigkeit den Boden allmählich für anspruchsvollere Pflanzen vorbereiten. Es muß hinzugefügt werden, daß die Esparsette *kalkreiche* Böden liebt, und dies so sehr, daß man nach den Beobachtungen von KOSTYSCHEW in den Steppen nach der Entwicklung der Esparsette in der einen oder anderen Gegend auf den Gehalt des Bodens an kohlensaurem Kalk schließen kann. An das *Klima* stellt die Esparsette fast die gleichen Ansprüche wie die Luzerne. Sie zeigt also die höchste Ertragsfähigkeit im Weingebiet. Wenn sie auch gleich der Luzerne weiter nach Norden geht (bei uns ist sie z. B. im Gouvernement Kursk und in den Nachbargebieten angebaut), so ist sie dort weniger ausdauernd; sie leidet unter dem Winter. Deswegen wird sie bei uns gewöhnlich 2—3 Jahre genutzt. Nach den westeuropäischen Mitteilungen wird die Esparsette auch mit der Dürre gut fertig; bei uns leidet sie aber doch darunter. Ähnlich wie die Luzerne wird die Esparsette in ihrem nördlichen Anbaugebiet, wo sie während 3—4—5 Jahren Erträge bringt, in die *Fruchtfolge* aufgenommen. In Südeuropa dagegen, wo sie oft 10 (sogar 15) Jahre auf einem Schlage bleibt, wird sie *außerhalb der Fruchtfolge* auf besonderen Schlägen angebaut. Alle Ausführungen über Bodenbearbeitung und Düngung für die Luzerne gelten auch bei der Esparsette[1]. Besonders wichtig ist es, den Acker unkrautrein zu machen, weil die Esparsette im ersten Jahr gegen Verunkrautung sehr empfindlich ist.

Es folgen nebenstehend die Ergebnisse des Poltawaer Versuchsfeldes bei Anbau *mit und ohne Deckfrucht.*

	Reinsaat dz	Saat mit Deckfrucht in 2 Schnitten dz
Nach Rüben (ohne Gips) .	64	54
Nach Hafer (ohne Gips) .	56	46
Dasselbe mit Gips	63	49

Auf den ungedüngten Böden des Gouvernements Tschernigow stellte die Versuchsstation Nossowka einen eigenartigen Vorzug der Esparsette vor Klee bei einjähriger Nutzung der Futterpflanzen als Vorfrucht für Winterung fest. So wurden in einem Schnitt im Durchschnitt der Ergebnisse für 3 Jahre erhalten von:

	Esparsette dz	Klee dz
Heuertrag	32	19

Das *Saatgut* besteht aus den *Früchten,* d. h. aus den einsamigen Hülsen. Da diese dickschalig sind, so werden diese „Samen" in einer Menge von 1—1,5 dz (bei Drillsaat) und noch mehr bei Breitsaat je Hektar gesät (je nach der Keimfähigkeit der Samen, die während der Aufbewahrung rasch sinkt). Nach dem äußeren Aussehen der Esparsette„samen" könnte man annehmen, daß sie tief untergebracht werden müßten. Dies ist aber nicht der Fall, weil der eigentliche Samen hier nicht viel größer als derjenige der Luzerne ist, der Rest entfällt auf die Schale der Hülse. Deswegen ist eine flache Unterbringung durch ein Gerät, das die obere Bodenschicht wendet oder durch eine Drillmaschine am Platze; die Egge deckt die Esparsettesamen schlecht zu. Wie bei der Luzerne ist auch hier die Saat ohne Deckfrucht sicherer. Wird aber mit Deckfrucht gesät,

[1] Über die günstige Einwirkung der tiefen Bodenbearbeitung siehe z. B. in den Mitteilungen des Versuchsfeldes Smijew (3. Bericht).

so wird die letztere etwas dünner gesät; die Esparsette wird ebenfalls rein gesät ohne Beimischung anderer Futterpflanzen (vor allem Gräser), zu denen sich die Esparsette ähnlich wie die Luzerne feindlich verhält, obgleich es auch hier Ausnahmen gibt.

Im ersten Lebensjahr bringt die Esparsette überhaupt keinen Schnitt oder sehr wenig. Wird die Esparsette ohne Deckfrucht gesät, so müssen die Unkräuter vor ihrer Blüte abgemäht werden. Im zweiten Jahr liefert die Esparsette einen normalen, aber noch nicht den Höchstertrag. Dieser wird in den darauffolgenden Jahren, in den einzelnen Gegenden verschieden weit entfernt von dem Aussaatjahre, erhalten, je nach der Ausdauer der Pflanze.

1. Jahr kg	2. Jahr kg	3. Jahr kg	4. Jahr kg	5. Jahr kg
2,4	8,3	9,6	7,2	7,3

Stebler erhielt von einer 2 qm großen Parzelle nebenstehende Mengen.

Man nimmt an, daß die Esparsette in der Zeit der Blüte nicht so sehr hart wird wie die Luzerne.

Zur Charakteristik der *Zusammensetzung* seien hier die Ergebnisse des Poltawaer Versuchsfeldes angeführt:

	N %	Rohfaser %	N-freie Extrakte %	Fett %
1. Periode (Auftreten der Knospen)	4,0	14,5	44,4	2,4
2. „ (Blüte)	3,3	10,9	44,8	1,9[1]

Das *Trocknen* der Esparsette gilt für leichter als beim Klee. Die Esparsette wächst langsam, sie bringt deswegen selten mehr als zwei Schnitte im Sommer, gewöhnlich nur einen Schnitt, und dazu Grummet. Die *Ertragsfähigkeit* ist nicht hoch. In Rußland gelten 30 dz/ha Heu als gute Ernte; häufig aber hat man es mit weit geringeren Zahlen zu tun. In Westeuropa gilt diese Ernte als Durchschnittsernte für die gewöhnliche Esparsette. Von der zwei- bis dreischürigen Esparsette lieferte die erstere 45—57 dz, die zweite bis zu 75 dz Heu je Hektar unter geeigneten klimatischen Verhältnissen. Die *Pflege* der Esparsette besteht in den darauffolgenden Jahren im Eggen und in der entsprechenden Düngung. Das Abhüten durch Vieh verträgt die Esparsette als langsam wachsende Pflanze schlecht.

Der Anbau der Esparsette zur *Samengewinnung* zeigt gegenüber demselben Anbauziel bei der Luzerne keine Besonderheiten. Gewöhnlich wird zu diesem Zweck der erste Schnitt selbst dort benutzt, wo man von zwei Schnitten der Esparsette reden kann. Die Ernte muß vorsichtig ausgeführt werden, weil die Früchte leicht ausfallen. Man beginnt mit der Ernte, sobald die unteren und mittleren Früchte in der Traube reif geworden sind. Man mäht im Tau; es ist praktisch, die Getreidemähmaschine zu benutzen. Die geerntete und in Garben oder auch nicht gebunden getrocknete Esparsette wird auf gewöhnliche Weise gedroschen (z. B. mit Flegeln). Man erhält 6—7,5 dz Samen. Sie müssen während der Aufbewahrung ständig beobachtet werden, weil sie zur Selbsterwärmung neigen.

4. Die Serradella.

Die *Serradella* oder der „*Vogelfuß*" (Ornithopus sativus, „Klee der sandigen Böden") ist eine *einjährige Pflanze* mit aufrechtstrebendem oder liegendem, dünnem Stengel mit unpaarig gefiederten Blättern mit je 15—20 Paar lanzett-

[1] Arbeiten des Poltawaer Versuchsfeldes S. 70.

artiger Blättchen und mit gegliederten Hülsen, die wie die Zehen eines Vogelfußes angeordnet sind (daher der Name „Vogelfuß"). Die „Samen" sind hier Teilstücke der Hülse, in welche die Hülse zerfällt (je Hektar werden bei Drillsaat etwa 30 kg gesät). An den Boden ist die Serradella wenig anspruchsvoll. Sie ist eine Pflanze der flachen armen, aber nicht zu trockenen Sandböden. Von der Lupine unterscheidet sie sich durch ein etwas weniger ablehnendes Verhalten zum Kalk, obgleich sie keinen Kalküberfluß verträgt. Die Serradella verlangt gute Bodenbearbeitung, *Entfernung der Unkräuter*, welche die Entwicklung der Serradella in der ersten Zeit stark hemmen. Die Serradella wird entweder in Reinsaat oder als Untersaat in Winterung oder Sommergetreide gesät, indem sie in einem gewissen Sinne als Stoppelfrucht auftritt. Dort, wo es das Klima erlaubt, entwickelt sie sich nach der Ernte der Deckfrucht rasch und bringt im selben Herbst einen Schnitt oder sogar eine Samenernte. Bei Untersaat in Sommerung (Unterbringung 2—2,5 cm tief) empfiehlt es sich, die Serradella erst nach der Deckfrucht zu säen, weil die Deckfrucht sonst stark durch Serradella verunkrautet wird; die Serradella aber leidet, nachdem sie sich bei einer frühen Aussaat stark entwickelt hat, während der Ernte des Getreides. (Aber diese westeuropäische Beobachtung kann bei uns auch nicht zutreffen.) Die Serradella hat den Ruf einer Pflanze, die ein *lange Zeit nicht grob werdendes Futter* liefert; in neuerer Zeit wurde mitgeteilt, daß sie auch Dürre gut verträgt. Es wurden Einzelfälle erfolgreichen Serradellaanbaues bei uns im Schwarzerdegebiet beobachtet (Gouvernement Woronesch, das Gut der Gebrüder GARDENIN, 1900), u. a. auch *im Gemenge mit der Kolbenhirse*[1]. Also kann der Anbau dieser Pflanze auch nicht nur auf sandigen Böden seine Bedeutung haben.

Wahrscheinlich verlangt die Serradella durchlässigen Boden, was auch den Vorzug der Sandböden in feuchtem Klima vor anderen Böden erklärt. Aber es ist auch ein Anbau auf nicht sehr bindigen Schwarzerdeböden bei trocknerem Klima möglich.

Die Hauptbedeutung besitzt aber die Serradella nicht als selbständige Kultur, sondern als Untersaat zur Gewinnung einer *Stoppelernte* oder einer *Stoppelgründüngung*. Während des Krieges begann die Serradella in Deutschland die Lupine zu verdrängen, die dort als Stoppelfrucht angebaut wird, weil die Saat der Lupine als Stoppelfrucht Arbeit während der Hochsaison der Ernte verlangt. Die Serradella kann aber als kleinsamige Pflanze im Frühjahr in Roggen eingesät werden und verlangt bis zur Ernte (im September) überhaupt keine Pflege. Außerdem liefert sie Futter, die Lupine als Stoppelfrucht aber eignet sich nur zum Unterpflügen als Gründüngung.

Bei uns hat die Serradella gute Ergebnisse in den Gouvernements Tschernigow und Homel gebracht und kann in diesem Gebiet und seinen Nachbargebieten große Bedeutung erlangen, indem sie dazu beiträgt, *die Futterfrage auf den Sandböden zu lösen*. Bei Untersaat in Roggen liefert sie hervorragende Futtererträge nicht auf Kosten der Getreidefläche, sondern auf Kosten der Stoppel-Herbstweide, die in diesen Fällen an sich sehr wenig produktiv ist. Die Serradella kann gesät werden, ohne die Fruchtfolge zu ändern; sie kann auf den Gemeindefeldern eingeführt werden, wenn man sie auf sämtlichen Ackerstreifen aussät und das herbstliche Abhüten verbietet.

An den *Boden* ist die Serradella etwas anspruchsvoller als die Lupine. Auf sehr armen und tiefen Sandböden gedeiht sie schlecht. Aber nach der Verbesserung solcher Böden durch die Lupine und nach Gaben künstlicher Düngemittel kann man gewöhnlich diese Böden so weit bringen, daß sie serradellafähig werden. Und dennoch erscheint die Serradella auf einer großen Reihe armer leichter

[1] Beide spät reifenden Pflanzen liefern eine Ernte später als Wickhafer.

Böden, auf denen der Klee bereits nicht gedeiht, als beinahe die einzige Futterpflanze, die eine der Masse nach zufriedenstellende Ernte eines hochwertigen Futters liefern kann.

Will man die Serradella neu einführen, so muß man für die *Impfung* des Bodens oder der Samen mit entsprechenden Bakterien Sorge tragen, weil sonst der erste Anbau der Serradella eine zu geringe Masse bringt; im weiteren Verlauf der Jahre ist die Impfung nicht mehr nötig. Es folgt ein Beispiel der Wirkung verschiedener Impfmethoden der Versuchsstation Nowosybkow:

	Gewicht der Grünmasse dz
Kontrolle (ohne Impfung)	39
Bodenimpfung durch Bodenübertragung[1]	106
Impfung mit Knöllchen	80
Doppelte Impfung (mit Knöllchen und mit Erde in den Reihen)[2] . .	105

Die Serradella muß *früh gesät* werden, solange der Sandboden bis zur Oberfläche feucht ist. Es wird empfohlen, die Samen durch Eggen unterzubringen (wenn auch nicht tief; Versuchsstation Nowosybkow) und 45—60 kg Samen auszusäen (bei Breitsaat und genügend keimfähigen Samen). Es ist besser, in zwei Abschnitten zu säen über Kreuz, was natürlich bei einer Drillsaat nicht nötig ist. Bei Einsaat in Winterung auf leichten Böden ist außer dem Unterbringen der Serradella durch Eggen auch noch eine Saat mit der Drillmaschine möglich, wobei dies um so besser gelingt, wenn der Roggen ebenfalls gedrillt wurde, und die Serradelladrillmaschine längs der Roggendrillreihen entlang läuft. Die Hauptwachstumszeit der Serradella fällt in die Zeit nach der Roggenernte. Außer in Roggen kann die Serradella auch in Gerste und Hafer eingesät werden. Beim Besuch der Station Nowosybkow im Jahre 1926 haben wir unter anderen Kombinationen auch einen guten Serradellabestand nach der Ernte eines Wickgemenges gesehen, in welches die Serradella eingesät wurde. Nach der Ernte (oder Unterpflügen) der Serradella sollte in demselben Jahr noch Winterroggen gesät werden. Aber das, was in Nowosybkow möglich ist, ist bei Moskau bereits nicht mehr möglich, geschweige denn in noch nördlicheren Gebieten, wo die Serradella keine Aussichten auf Verbreitung hat. Bei der Heuernte muß man vorsichtig sein. Die Blätter brechen leicht ab, wodurch der wertvollste Teil der Ernte verlorengeht. Deswegen ist es nützlich, Kleereiter anzuwenden. Es folgen Beispiele für *Fruchtfolgen* mit Serradella für das Gouvernement Tschernigow[3].

A	B	C
1. Roggen + Serradella 2. Kartoffeln	1. Lupinenbrache 2. Roggen + Serradella 3. Sommerung	1. Lupinenbrache 2. Roggen + Serradella 3. Kartoffeln nach Stallmist 4. Sommerung + Serradella

Für nördlichere Gebiete muß man noch eine Pflanze finden, die wenigstens zum Teil die Serradella in der Ausnutzung der Stoppelperiode ersetzen könnte.

Der *Wundklee* (Anthyllis vulneraria L.). Der nach oben strebende Stengel ist mit Härchen bedeckt und spärlich beblättert. Die Blättchen sind unpaarig gefiedert mit einem Endblättchen, das größer ist als alle übrigen. Der Blütenstand ist ein gelbes Köpfchen; diesem Umstand verdankt die Pflanze ihren allgemein gebräuchlichen Namen „Klee". Die Frucht bleibt vom Kelch umschlossen, ist einsamig, von dunkelbrauner Farbe und zart

[1] Siehe die entsprechenden Ausführungen im Kapitel über die Lupine.
[2] Siehe Alexejew: Lupine, Serradella und die mineralischen Düngemittel. 1922.
[3] Näheres siehe bei E. K. Alexejew: Die Serradella. Nowosybkow 1920.

genetzt. Der Samen ist grünlichgelb und glänzend. Der Wundklee gedeiht auf armen sandigen und zum Unterschied von der Lupine auch auf steinigen Kalkböden; er verträgt Dürre und Kälte. Er ist nicht ausdauernd. Bei Untersaat in Getreide bringt er im zweiten Jahr gewöhnlich einen Schnitt; danach sinkt seine Ertragsfähigkeit derart, daß er nicht länger stehengelassen wird. Mit der Samenbildung endet auch die weitere Entwicklung der Pflanze. Ein Nachteil dieser Pflanze ist ihr bitterer adstringierender Geschmack, der weniger im Heu als in den frischen Pflanzen zu merken ist.

Die *bunte Kronwicke* (Coronilla varia L.) wird manchmal als Futterpflanze für den Steppenfutterbau empfohlen; sie soll die Dürre gut vertragen. Aber man muß in Betracht ziehen, daß ihre Körner für Pferde giftig sein sollen; deswegen wird empfohlen, diese Pflanze nicht bis zur Fruchtbildung wachsen zu lassen, sondern früher abzumähen.

Die *Astragalus-L.-Arten* sind bei uns im Schwarzerdegebiet übliche wildwachsende Futterpflanzen; sie werden ebenfalls manchmal zum Anbau empfohlen. Aber vorläufig werden sie nicht auf dem Felde angebaut und bilden nur Material zur Erforschung ihrer Anbauwürdigkeit.

Die Arten der *Platterbse* (Lathyrus L.) gehören ebenfalls mehr zu den empfohlenen als in Wirklichkeit bei uns angebauten Pflanzen. Die *Wiesenplatterbse* (Lat. pratensis), die häufig auf feuchten Wiesen vorkommt (sie dient als Merkmal für genügende Feuchtigkeit), ist eine mehrjährige Pflanze, die sich aber langsam entwickelt und deswegen mehr Bedeutung für Dauerwiesen als für den Feldfutterbau besitzt. Die *Waldplatterbse* (Wagners Lathyrus, L. sylvestris) hat sich trotz der starken Propaganda in der Kultur ebenfalls nicht eingeführt, weil sie, vor allem ihre wildwachsende Form, ein bitteres (sogar schädliches) Futter liefert und sich durch schwer keimende Samen auszeichnet. Obgleich Wagner auch behauptet[1], daß es ihm gelungen ist, die Eigenschaften dieser Pflanze durch die Kultur wesentlich zu verbessern und ihr die unangenehmen Eigenschaften zu nehmen, so ist es 1. nicht vollständig erreicht und 2. wird die große Ertragsfähigkeit nur durch sorgfältiges Umpflanzen, das große Kosten verursacht, erreicht[2] bei dünner Verteilung der sich langsam entwickelnden Pflanzen und Hacken in der ersten Zeit.

Über den Anbau der einjährigen Futterpflanzen aus der Familie der Leguminosen, die gleichzeitig auch Körnerleguminosen sind (Vicia, Vigna u. a.) siehe im entsprechenden Kapitel.

II. Die Futterpflanzen aus der Familie der Gramineen.

Die zu dieser Gruppe gehörenden Pflanzen besitzen natürlich dieselben morphologischen Grundmerkmale wie die Getreidearten; aber hier werden gewisse Unterschiede in dem Entwicklungsverhältnis der einzelnen Organe beobachtet. Das Wurzelsystem ist ebenfalls faserartig, aber es wird hier sehr oft ein Rhizom entwickelt. Der Stengel ist wie auch beim Getreide hohl, Internodien und Knoten sind vorhanden zum Unterschied von den Carexarten. Die Blätter bestehen ebenfalls aus der Blattscheide, die wie ein Röhrchen den Halm umfaßt (manchmal ist dies Röhrchen geschlossen, z. B. bei Dactylis) und aus der freien Blattspreite. In der Knospe ist die Blattspreite entweder spiralig zusammengerollt oder der Länge nach dachförmig zusammengefaltet; in Abhängigkeit hiervon besitzt sie später entweder flache oder etwas rinnenartige Form. Wie die Getreidearten haben auch die Gräser verschieden ausgebildete Blatthäutchen und Blattöhrchen oder sie besitzen sie gar nicht, und in der Gesamtheit dieser Merkmale ist es möglich, die Gräser noch vor der Bildung des Blütenstandes voneinander zu unterscheiden. Der Blütenstand kann hier dreierlei Art sein: Ähre, Rispe und ährenartige Rispe. Als Hauptunterscheidungsmerkmal von den Getreidearten kann man bei den Gräsern auf die große Bedeutung der vegetativen Vermehrung und auf die geringere Samenentwicklung hinweisen. Aber bei der Kleinheit der Samen ist die Mehrzahl der Futtergräser imstande, wiederholt Früchte zu tragen.

[1] Diesen Wagner darf man nicht mit dem bekannten Prof. Paul Wagner in Darmstadt verwechseln.

[2] Übrigens äußerte sich Andrä auf Grund seiner Versuche für eine direkte Aussaat ins Feld. Siehe die Einzelheiten dieser Versuche in den Landw. Jb. 1902, XXXI.

Für die Kultur ist es wichtig, die Gräser in *ein-* und *mehrjährige* einzuteilen, die letzteren wieder in solche Gräser, die sich *bestocken*, und solche, die *Rhizome* ausbilden. Bei allen einjährigen Gräsern beenden die Seitentriebe, die sich aus den Knospen an der Basis des Haupthalmes entwickeln, ihre Entwicklung und tragen Früchte entweder gleichzeitig mit dem Haupthalm oder etwas später, aber in demselben Jahr. Wenn dabei im Augenblick der Untersuchung einige dieser Triebe Blütenstände auch noch nicht ausgetrieben haben, so befinden sie sich dennoch in der Scheide. Bei den mehrjährigen Gräsern blühen und reifen die Halme nicht gleichzeitig, so daß man bei ihnen immer unterscheiden kann: Die abgestorbenen Triebe des vorigen Jahres, die in diesem Jahr blühenden und fruchttragenden Triebe, unfruchtbare Triebe, welche erst im nächsten Jahre blühen. Wenn die Triebe beim Austritt aus dem Haupthalm sofort nach oben wachsen, so bilden sie einen geschlossenen Horst, der zum Teil dem Roggen- oder Weizenhorst ähnlich ist. Auf diese Weise entsteht ein horstbildendes Gras, wie z. B. das Lieschgras und Knaulgras. Verbreiten sich aber die Triebe nach ihrem Austritt aus dem Haupthalm im Boden, und treiben sie aus ihren Knoten Halme an die Oberfläche, die auch in gewisser Entfernung voneinander einzeln verteilt sind, so haben wir ein mehrjähriges, ausläufertreibendes Gras vor uns, das keinen Horst, sondern eine geschlossene Grasnarbe bildet. Solche Gräser sind die Quecke, die wehrlose Trespe, einige Poaarten u. a. m. Der Charakter des Rasens dieser Grasgruppe ist sehr verschieden. Bei den Horstgräsern entstehen dichte, einzeln verteilte *Horste* mit deutlich sichtbaren Zwischenräumen, bei den ausläufertreibenden Gräsern gleichmäßig auf der Fläche verteilte einzelne *Halme*. Es muß bemerkt werden, daß man keine scharfe Grenze zwischen diesen Gruppen ziehen kann, weil einige Gräser, z. B. Poa pratensis, zwei Triebarten besitzt: Triebe, die sofort an die Oberfläche treten und kleine Horste bilden; andere kriechen unter der Erde und treten erst nach einer gewissen Entfernung an die Oberfläche, wo sie wieder kleine Horste bilden. Solche Gräser vereinigen in sich die Eigenschaften beider Gruppen. Die Horstgräser teilt man nach der Art der Seitentriebe ein in solche, die *intravaginale Triebe*, und solche, die *extravaginale Triebe* bilden. Bei den ersteren dehnen sich die Triebe innerhalb der Scheide, indem sie dem Mutterhalm anliegen, bei den zweiten dagegen zerreißen sie die Scheide unmittelbar an ihrem Ansatz und entwickeln sich bereits außerhalb der Scheide. Die ausläufertreibenden Gräser haben natürlich extravaginale Triebe. Schließlich teilt man die Gräser in *Ober-* und *Untergräser* ein. Die Halme der Obergräser sind stark entwickelt, mit langen Internodien (dabei sind sie gut beblättert); aber sie besitzen wenig Wurzelblätter und fruchtlose Triebe. Die anderen entwickeln umgekehrt eine große Menge Wurzelblätter und unfruchtbare Triebe, bilden aber schwach entwickelte Halme mit kurzen Internodien. Sie stellen das sog. Untergras dar.

a) Ährengräser.

1. Das Lieschgras.

Das *Lieschgras oder Timothe* (*Phleum pratense L.*) ist das wichtigste Gras der Futterpflanzen aus der Gruppe der Gramineen; es ist ein mehrjähriges, horstbildendes Obergras. Der Halm ist je nach dem Feuchtigkeitszustand des Bodens verschieden lang. Auf trockenen Böden bleibt er kurz, auf feuchten erreicht er bedeutende Höhe. Die Blätter sind an den Rändern rauh und in der Knospe zusammengerollt. Der Blütenstand wird durch eine dichte, zylindrische, ährenähnliche Rispe gebildet, deren Seitenzweige verkürzt und der Ährenspindel genähert sind. Die Vor- und Deckspelzen der einblütigen Ährchen tragen keine

Grannen (zum Unterschied vom Fuchsschwanz), die Spelzen der Ährchen dagegen endigen in kurzen Spitzen, was dem Blütenstand des Lieschgrases ein charakteristisches Aussehen verleiht. Die Frucht ist ein Korn, das gewöhnlich von dünnen lederartigen Spelzen umhüllt ist (Scheinfrucht).

Das Lieschgras war in Europa und Sibirien heimisch, wurde aber in Nordamerika (wo ihr Förderer Timothy Hanson lebte, daher auch der Name Timothe) ungefähr um die Mitte des vorigen Jahrhunderts in Kultur genommen. Im Jahre 1760 kamen die Samen des Lieschgrases nach England. Sein Anbau war dort von Erfolg gekrönt und ging auf das Festland über; dann erst wurde festgestellt, daß die erneut eingeführte Pflanze mit dem überall wachsenden Phleum pratense identisch ist.

In unserem Norden entwickelte sich der Anbau des Lieschgrases selbständig, und zwar wurde zu Beginn des jetzigen Jahrhunderts festgestellt, daß die Bauern des Gouvernements Wologda aus Futtermangel auf den Feldern ein Gras unter dem Namen „Paloschnik" (= Brandflächengras) anbauten.

Dieser Name stammt von dem dort vorkommenden Anbau des Lieschgrases auf den „Paly", d. h. auf den durch Ausbrennen des Waldes befreiten Flächen, und nicht daher, daß das leicht grob werdende Lieschgras ein grobes Heu (russisch: sehr grob = palka) liefert, wie einige Autoren meinen. Im Gouvernement Wologda wird es „Sejanka" (= gesätes Gras) genannt, weil es dort früher das einzige angesäte Gras war. Im Gouvernement Wjatka heißt es „Kolossicha" = Ährengras, in den Schwarzerde-Gouvernements meistens „Orshanez". Ein russischer Landwirt erkannte während seines Besuches in Westeuropa dieses Gras, als ihm das Lieschgras als etwas Neues empfohlen wurde.

Die weite Verbreitung des Lieschgrases in Mittel- und Nordeuropa deutet auf seine recht geringen Ansprüche an das *Klima* hin, besonders auf seine Fähigkeit, einen strengen Winter auszuhalten. An den *Boden* ist das Lieschgras auch anspruchslos. Es gedeiht z. B. auf schweren Lehmböden und sogar auf sehr feuchten Böden. Es verträgt auch einen bedeutenden Säuregrad des Bodens, was daraus hervorgeht, daß es auch auf trockengelegten Moorböden ohne Kalkung wächst. Im Schwarzerdegebiet ist das Lieschgras weniger verbreitet, aber natürlich nicht, weil die Schwarzerde weniger geeignet wäre, sondern deswegen, weil das Klima des Schwarzerdegebietes zu trocken ist, was durch die gute Entwicklung des Lieschgrases in mehr oder weniger feuchten Gegenden des Schwarzerdegebietes bestätigt wird[1]. Im Südosten gedeiht das Lieschgras gewöhnlich gar nicht. Seine südliche Anbaugrenze führt man durch Sumy, Woronesh, Koslow, Pensa, Bugulma, Ufa[2]. Bei der *Bodenbearbeitung* und *Düngung* werden die Ansprüche des Lieschgrases selber selten berücksichtigt, obgleich es auch darauf reagiert. Gewöhnlich beschränkt man sich darauf, was in dieser Hinsicht für die Deckfrucht oder Vorfrucht geschieht. Das Lieschgras wird entweder in Winter- oder in Sommergetreide *gesät*, wobei die Gründe für und wider diese Methoden dieselben sind wie auch beim Klee, mit dem, wie wir gesehen haben, das Lieschgras oft zusammen ausgesät wird. Hier kann man allerdings mit geringerer Gefahr *im Herbst* nach Winterung säen, weil das Lieschgras gegen Kälte widerstandsfähiger ist wie der Klee und die Feuchtigkeitsverhältnisse für die Keimung im Herbst günstiger sind. Man kann sogar Lieschgras allein säen.

Durch eine solche Saat im Herbst oder gegen Ende des Sommers kann man im nächsten Jahr einen vollen Schnitt oder eine Samenernte gewinnen. Sie wird z. B. im Gouvernement Wologda beim Anbau des Lieschgrases auf freien Waldflächen ausgeübt[3].

[1] Mitteilungen über die verschiedenen Formen siehe bei Golubew: Das Lieschgras. Ausgabe der angewandten Botanik. 1927.

[2] Klingen 2, S. 74.

[3] Eine genaue Beschreibung dieser Kulturmaßnahmen ist in den Aufsätzen von Stscherkotow in der Landw. Ztg von 1887 enthalten. — Ferner in der Monographie von Molakow: Das Lieschgras im Gouvernement Wologda. Dep. f. Landw. 1916.

Für die Saat des Lieschgrases im Herbst in das Wintergetreide wird manchmal empfohlen, das Lieschgras nicht sofort nach der Saat der Winterung, sondern erst nach 2—4 Wochen zu säen, weil sonst die Entwicklung der Winterung unter der zu üppigen Entwicklung des Grases leiden kann. Es werden im Durchschnitt etwa 15 kg/ha Samen bei Reinsaat ausgesät (bei uns im Norden wird übrigens viel weniger gegeben).

Als mehrjähriges Gras bildet das Lieschgras im ersten Jahr keine Halme und liefert keinen Schnitt. Die *Nutzung* beginnt vom zweiten Jahre an; den höchsten Ertrag erhält man aber gewöhnlich erst im dritten Jahr. Bei Mischungen mit Klee herrscht im ersten Nutzungsjahr der Klee vor, im zweiten Jahre wird das Verhältnis umgekehrt, im dritten und vierten aber bleibt nur noch das Lieschgras übrig. Es hält 3—4 Jahre aus, nach einigen Mitteilungen sogar 5—6 Jahre, wenn die Verhältnisse besonders günstig sind. Das *Mähen* wird zu einer Zeit empfohlen, wenn die Blüte noch nicht begonnen hat, was ziemlich spät eintritt, weil die Halme zu dieser Zeit bereits holzig werden, und man sehr viel vom Eiweißgehalt verlieren kann. Die Veränderungen in der *Zusammensetzung* des Lieschgrases in den verschiedenen Altersstufen sind aus folgenden Ergebnissen von JORDAN ersichtlich:

Im Lieschgrasheu	Zu Beginn der Halmbildung %	In der Blüte %	Nach der Blüte %
Eiweiß	10,94	7,33	4,84
Rohfaser	25,18	28,45	29,63

Die *Heuerträge* schwanken stark je nach dem Klima und nach den Bodeneigenschaften. In Westeuropa erhält man Erträge von 45— 75 dz/ha (und noch mehr). Bei uns im Schwarzerdegebiet wird eine Ernte von 22,5—30 dz/ha als gut angesehen, im Waldbodengebiet sind die Erträge höher. Ein zweiter Schnitt fällt bei uns gewöhnlich nicht an, weil das Grummet des Lieschgrases langsam wächst. Der Anbau zur Samengewinnung wird selten auf besonderen Feldstücken betrieben; gewöhnlich wird ein Teil mit gleichmäßigem Pflanzenbestand aus dem Gesamtfelde abgetrennt. Der Zeitpunkt der *Ernte* tritt, wie auch bei den Getreidearten, mit der Reife der Samen, dem Gelbwerden der Ähren usw. ein.

Bei starkem Fingerdruck auf die Körner dürfen sich diese nicht zerdrücken lassen. Ein Teil von ihnen muß sich dabei von der umgebenden Hülle (Blütenspelze) befreien lassen; dies sind die Merkmale des Zeitpunktes für die Ernte. Außerdem lassen sich die Ährchen leichter von der Ährenspindel abtrennen (KABESCHTOW).

Das gemähte Lieschgras wird in Garben gebunden, getrocknet und auf gewöhnliche Art gedroschen. Die Ernte zur Samengewinnung kann auch bei gemischter Aussaat mit Klee durchgeführt werden (im zweiten oder dritten Nutzungsjahre), weil es leicht ist, nachher die Samen zu trennen. Man erhält im Durchschnitt 3—4,5 dz Samen vom Hektar[1].

Das *Steppen- oder Böhmers Lieschgras* (Phleum Böhmeri Wib.) unterscheidet sich von der vorigen Art durch einen ausgeprägteren Rispencharakter des ährenartigen Blütenstandes. Beim Biegen des Blütenstandes sind die einzelnen Zweige der Rispe deutlich zu sehen. Phleum Böhmeri ist ebenfalls ein mehrjähriges Gras, niedriger als das gewöhnliche Lieschgras, seine Blätter sind schmaler, seine Rispe ist kürzer. Es verträgt Dürre besser als das gewöhnliche Lieschgras, und dennoch hat es in der Kultur keine Verbreitung gefunden, weil es infolge seiner geringeren Ertragsfähigkeit nicht imstande ist, die wertvolleren Gräser zu ersetzen.

[1] In Dänemark und Schweden erhält man bei breitreihiger Drillsaat speziell zur Samengewinnung Erträge von 9—10 dz.

2. Der Wiesenfuchsschwanz.

Der Wiesenfuchsschwanz (Alopecurus pratensis L.) hat im Vergleich mit dem Lieschgras für den *Feldfutterbau* eine geringere Bedeutung. Der Blütenstand ist auch hier eine zylinderförmige, ährenartige Rispe mit einblütigen Ährchen. Aber die Blütenspelzen des Fuchsschwanzes besitzen Grannen, die nicht an den Enden, sondern an der Spelzenbasis befestigt und, wie wir gesehen haben, beim Lieschgras nicht vorhanden sind. Der Fuchsschwanz bildet keine vollen Horste, weil sich seine Triebe nicht sofort nach oben aufrichten, sondern sich zuerst etwas am Boden verbreiten; sie entfernen sich aber nicht so weit wie z. B. bei der Trespe und bei den anderen typischen Vertretern der Gruppe der Gramineen, die sich durch Triebe vermehren, so daß der Fuchsschwanz in dieser Hinsicht als eine Form mit Übergangscharakter erscheint. Das Blatthäutchen ist stark entwickelt. Der Fuchsschwanz schoßt zum Unterschied von dem spät schoßenden Lieschgras zusammen mit Anthoxanthum vor den übrigen Gramineen. An die Wärmeverhältnisse stellt er bescheidene Ansprüche (er kommt in Nordeuropa, Asien vor), aber an den Boden ist er anspruchsvoller. Er verlangt fruchtbare und feuchte Böden, weil er auf armen und vor allem trockenen Böden durch andere Gräser verdrängt wird. Nach den Versuchen von Schröter und Stebler hat er sich für Bergwiesen geeignet erwiesen. Er reagiert gut auf Düngergaben. In den ersten Jahren entwickelt er sich schwach. Die größte Ertragsfähigkeit erreicht er erst im vierten bis fünften Jahr, infolgedessen wird er im Feldfutterbau sehr wenig angebaut (bei ausdauernden Mischungen nur als Beimischung zu anderen Gräsern). Gewöhnlich findet er seine Stellung in den *Dauerwiesen*. Auf diese Weise ist der Fuchsschwanz ein Gras von langsamer Entwicklung, wenn man vom ganzen Zyklus spricht; aber er ist ein sich schnell entwickelndes Gras[1], wenn man vom Entwicklungsgang der fest wurzelgefaßten Pflanze während einer einzelnen Vegetationsperiode spricht.

Der *gekniete Fuchsschwanz* (Alopecurus geniculatus L.) hat eine gewisse Bedeutung für feuchte Weiden. Er verträgt stark bindigen Boden, ist aber für den Feldfutterbau wenig geeignet, weil seine zur Hälfte am Boden liegenden Halme beim Mähen einen zu unbedeutenden Schnitt ergeben.

3. Die Weidelgräser und die Quecke.

Das deutsche Weidelgras (Lolium perenne L.) und das *welsche Weidelgras* (Lolium italicum A. Br.) sind Gräser mit echter Ähre. Beide Pflanzen sind bedeutend niedriger als die bereits besprochenen, und besonders das deutsche Weidelgras nähert sich gänzlich den Untergräsern. Äußerlich sind sie nach der Ährenform der Quecke ähnlich. Sie unterscheiden sich nur von ihr durch eine flache Ähre, deren Ährchen mit ihrer Schmalseite und nicht mit ihrer Breitseite wie bei der Quecke der Ährenspindel zugewendet sind. Das welsche Weidelgras besitzt *Grannen*, das deutsche nicht, obgleich beim ersteren Abweichungen in dieser Hinsicht vorkommen. Die Ährchen beider haben jede nur *eine Hüllspelze* (an der Außenseite). Diese ist beim welschen Weidelgras nicht länger als die auf sie folgende Blüte; beim deutschen dagegen ist sie gewöhnlich sogar länger als die zweite Blüte. Beide sind vorzugsweise *horstbildende* Gramineen. Das deutsche Weidelgras verlangt feuchtes Klima und ist kälteempfindlich. Dementsprechend

[1] Weil der Fuchsschwanz mit zunehmendem Alter merklich grob wird (siehe: J. Landw. 1912 den Aufsatz von Feilitzen, wo Analysen angeführt werden), so ändert sich die Verdaulichkeit des Futters je nach der Zeit des Schnittes sehr, wodurch auch die auseinandergehenden Urteile der verschiedenen Autoren über den Futterwert dieser Pflanze erklärt werden.

wird es in großem Ausmaß in England kultiviert, wo es zwei Schnitte und Grummet bringt; auf dem Festland ist seine Ergiebigkeit geringer. Für den größten Teil Rußlands ist es ungeeignet. Es verlangt einen genügend bindigen, gedüngten Boden und verträgt weitgehend schwere Lehmböden. Das Festtreten sagt ihm zu, weswegen u. a. auch Rasenflächen und Koppeln mit ihm besät werden. Manchmal wird es auch mit Weißklee gemischt. Es ist mehrjährig. Das *welsche Weidelgras* ist weniger ausdauernd; aber die verschiedenen Sorten halten sich nicht gleich lange (1—3 Jahre).

Die einjährige Sorte, das *Westerwoldische Weidelgras*, wird als Ersatz für im Winter eingegangenen Klee benutzt.

Das welsche Weidelgras ist ein südlicheres Gras, das vor allem in Italien auf berieselten Feldern angebaut wird. Es entwickelt sich schnell und wächst rasch nach dem Schnitt nach. Manchmal wird es im Gemenge mit Klee angebaut. Die Nutzung der Mischung ist kurz, weil sich beide Pflanzen gleichzeitig entwickeln, wobei sie die größte Leistungsfähigkeit im zweiten Jahr erreichen. Das welsche Weidelgras soll Dürre besser vertragen als die vorige Art, obgleich damit der Umstand nicht ganz harmoniert, daß in der Mehrzahl der Fälle der Anbau dieses Weidelgrases mit Berieselung stattfindet. Im allgemeinen finden sich für dieses Gras wie auch für viele andere in der Beurteilung Widersprüche, was zum Teil durch das Vorhandensein verschiedener Sorten erklärt wird. In Italien sät man es manchmal im Herbst mit Inkarnatklee aus, um im Frühjahr ein zeitiges Futter zu gewinnen. Bei uns ist dieses Weidelgras wie auch das deutsche Weidelgras nicht verbreitet.

Die Quecke (Triticum repens) wird in Westeuropa als ein unbedingt schädliches, lästiges Unkraut angesehen. Bei uns aber kommen Fälle vor, in welchen die Quecke als ein nährstoffreiches Futter geschätzt wird, nämlich im Südosten, wo sich in den Steppen die Umlagewirtschaft noch erhalten hat, und wo man eine Wahl zwischen der Quecke und den wertlosen Unkräutern treffen muß; dort ist die Quecke ein erwünschtes Futtergras, dessen Vermehrung (durch Wurzeln) man sogar mit einer entsprechenden Bodenbearbeitung zur letzten Kulturpflanze der gepflügten Umlage (s. Einleitung) zu begünstigen bestrebt ist. Manchmal gelingt es aber nicht, die Entwicklung der Quecke hervorzurufen. Mitunter steht diesem die Dürre entgegen, manchmal die Art der Bodenbearbeitung, in anderen Fällen der Charakter der vorangegangenen Kulturpflanze; z. B. ist bemerkt worden, daß der Buchweizen auf die Quecke ungünstig wirkt, weil er den Boden stark beschattet. Man kann aber auch die Umlage vor Unkräutern schützen, ohne die Quecke zu begünstigen, indem man z. B. geeignetere Gräser aussät, z. B. die Schwingelgräser und die wehrlose Trespe.

Für den äußersten Südosten haben andere Triticumarten, keine ausläufertreibende, sondern *horstbildende* Arten, Bedeutung, wie z. B. *Triticum cristatum* (Agropyrum crist.) und *Triticum sibiricum* (desertorum), weil sie dürrewiderstandsfähiger sind und der Umlage wünschenswerte Eigenschaften verleihen. Die erstere Art nennt man Kammquecke („Archanez"), die zweite — sibirische Quecke („Rebrik"). Oft wird die eine und die andere mit „*Shitnjak*" bezeichnet. Das Shitnjakgras kann man sowohl im Frühjahr als auch im Herbst säen. Im Frühjahr wird es richtiger ohne Deckfrucht angebaut, im Herbst dagegen unter Roggen. Es werden breit gesät 8—12 kg und gedrillt 6 kg gute Samen (60 bis 70% Keimfähigkeit). Zuerst geht die Entwicklung langsam vor sich, erst im zweiten Nutzungsjahr (drittes Lebensjahr) wird die volle Leistungsfähigkeit erreicht, wobei die erste Form (cristatum) als *breitähriges*, die zweite (sibiricum) als *schmalähriges* Shitnjakgras bezeichnet wird.

Das Verdienst, das Shitnjakgras in die Reihe der Kulturpflanzen des Südostens eingeführt zu haben, gehört W. S. Bogdan, der, noch während er Vorsteher der Versuchsstation Walui war, vom Jahre 1900 an diese Pflanze zu empfehlen begann. Bald darauf begann der Landstand von Nowo-Usenzk die Samen des Shitnjaks zu verbreiten[1]. Die Zuchtarbeiten mit dem Shitnjakgras, die an der Versuchsstation Kraßny-Kut im Jahre 1911 von demselben W. S. Bogdan begonnen wurden, werden von 1915 an dort von P. N. Konstantinow weitergeführt.

Im allgemeinen ist die schmalährige Form ertragreicher, und nur in sehr trockenen Jahren tritt dies nicht in Erscheinung.

Um eine Vorstellung von der Höhe der *Erträge* des Shitnjakgrases in den verschiedenen Lebensjahren zu geben, wollen wir folgende Ergebnisse der Versuchsstation Kraßny-Kut anführen[2]:

Heuertrag	Alter des Shitnjakgrases				
	1 Jahr dz	2 Jahre dz	3 Jahre dz	4 Jahre dz	5 Jahre dz
Breitährige Form . . .	7	22	27	25	24
Schmalährige Form . . .	12	29	34	30	24

Die Erträge des Shitnjakgrases sind nicht hoch, zeichnen sich aber durch Beständigkeit aus. In genügend feuchten Gegenden hält es einen Vergleich mit Luzerne oder mit der wehrlosen Trespe natürlich nicht aus, aber im Südosten wird seine Fähigkeit, auf trockenen, salzhaltigen und sandigen Böden zu wachsen, besonders geschätzt, weil es gewisse, wenn auch nicht hohe Erträge sogar in trockenen Jahren liefert, wenn ringsumher die Heuernte fast gleich Null ist; und außerdem die Fähigkeit, dem Boden die erforderliche Struktur zu verleihen (frühreife Umlage).

Beim Umwenden der Ackerkrume verunkrautet das Shitnjakgras den Boden nicht, weil es kein Rhizom ausbildet.

Das *Heu* des Shitnjakgrases enthält, wenn es rechtzeitig geerntet wird, etwas mehr Eiweißstoffe (10,9%) als das Lieschgras; seine Verdaulichkeit entspricht einem guten oder mittleren Wiesenheu; die Verdaulichkeit des Shitnjakstrohes ist höher als diejenige des Sommergetreidestrohes.

Während des Wachstums verlangt das Shitnjakgras eine *Pflege* durch Eggen im Frühjahr oder durch Hacken bei breitreihiger Saat und beim Anbau zur Samengewinnung. Im Winter empfiehlt es sich aber, Schnee auf den Shitnjakfeldern anzusammeln.

Neben Reinsaaten verwendet die Station Kraßny-Kut auch ein Gemisch des Shitnjakgrases mit Luzerne, wobei das Shitnjakgras in Luzerne im Herbst des ersten Jahres eingesät wird (Breitsaat und Unterbringung durch Eggen). Da die Luzerne im Südosten nicht ausdauernd ist, so füllt das Shitnjakgras nach Maß des Dünnerwerdens der Luzerne die Zwischenräume aus und die Mischung ergibt gleichmäßigere Erträge als jede Pflanze getrennt.

Abgesehen von den rhizomlosen Queckenarten, die aus unserer Flora stammen, wird die Aufmerksamkeit unserer Forscher des Südostens und Westsibiriens von der *amerikanischen Quecke* (Agropyrum tenerum) in Anspruch genommen.

In feuchten Jahren bringt diese Pflanze höhere Erträge als das Shitnjakgras, obgleich ihr Futter gröber ist; in trockenen Jahren aber ist ihre Leistungs-

[1] Siehe z. B. Boschanow: Der Grasbau im Kreise Nowo-Usenzk. 1907.

[2] Konstantinow: Das Shitnjakgras und sein Anbau. Ausg. d. J. Unsere Wirtschaft. Pokrowsk 1922. — Die morphologische Charakteristik der verschiedenen Formen, die biologischen Eigentümlichkeiten usw. — in der Monographie desselben Autors: Das Shitnjakgras. 1923. (Aus den Arbeiten der Zuchtabteilung der Versuchsstation Kraßny-Kut.

fähigkeit viel geringer. Der Salzgehalt des Bodens setzt die Entwicklung der amerikanischen Quecke stärker herab; ihr Hauptmangel ist aber ihre Empfindlichkeit gegen Frost. Nach kalten schneelosen Wintern geht sie zu drei Viertel und noch mehr ein, je nach der Bodengestaltung und dem Salzgehalt des Bodens. Auf diese Weise hält die amerikanische Quecke im äußersten Südosten den Vergleich mit dem Shitnjakgras nicht aus, aber für Gebiete, die nicht so trocken sind, kann sie von gewissem Interesse sein[1].

Das *gemeine Kammgras* (Cynosurus cristatus L.) ist schnell wachsend und bildet dichte und niedrige Horste, wird manchmal anderen Gräsern beigemischt, um das Untergras auf feuchten bindigen Böden zu bilden, besonders wenn die Grasmischung als Weide genutzt wird.

b) Rispengräser.

4. Das Knaulgras.

Wir gehen nun zu den Gräsern mit *rispenartigem* Blütenstand über. Von ihnen ist für die ausdauernden Mischungen in feuchtem Klima das *Knaulgras* (Dactylis glomerata L.) wichtig. Es ist ein horstbildendes Gras mit hohen Halmen ($^1/_2$—$1^1/_2$ m) und mit Blättern, die eine geschlossene, zusammengedrückte Blattscheide besitzen, welche lang, spitzrauh ist und in der Knospe eine der Länge nach gefalzte Blattspreite und ein längliches Blatthäutchen zeigt. Das Knaulgras bildet die Blätter sehr früh aus und kann an den Blättern schon vor der Blüte leicht bestimmt werden. Es ist an das *Klima*, was die Temperatur anlangt, anspruchslos, reagiert aber mehr auf Feuchtigkeit.

Man muß aber beachten, daß auch vom Knaulgras Sorten vorkommen, spätreife und frühreife, kältewiderstandsfähige und leicht erfrierende usw. So erfroren bei der Prüfung deutscher und dänischer Knaulgrassorten in Nordschweden (Lulea) im Winter 1908/09 fast alle diese Sorten, zum Unterschied von den heimischen Sorten.

Der *Boden* muß genügend feucht (auf trockenen Böden wird das Knaulgras durch andere Gräser verdrängt), von mittlerer Bindigkeit, genügend mit Nährstoffen versehen (die es in größeren Mengen gebraucht als z. B. das Lieschgras) und tiefgründig sein, weil die Wurzeln recht tief eindringen. Für den Feldfutterbau ist das Knaulgras dort von Bedeutung, wo der Schlag länger unter Gräsern liegenbleibt, als Klee und Lieschgras ausdauern. Z. B. in der Schweiz wird das Knaulgras als ausdauerndes Gras, das bis zu 6 Jahren auf dem Felde bleibt, in komplizierten Grasmischungen verwendet als Zugabe zu den Pflanzen, deren Nutzung sich auf die erste Zeit konzentriert, wie z. B. die Kleearten, das welsche Weidelgras u. a. m. (über die Mischungen s. weiter unten). Dabei wächst das Knaulgras allmählich immer mehr in die Breite, es überdauert die übrigen Gräser und bringt in den letzten Jahren fast nur allein die Hauptfuttermenge. Stebler und Schröter (Zürich), welche die Veränderungen der Grasmischungen mit zunehmendem Alter untersuchten, konnten in den verschiedenen Jahren folgende Veränderungen des Prozentgehaltes an Knaulgras am Gewicht der ganzen Erntemasse feststellen.

1. Erntejahr %	2. Erntejahr %	3. Erntejahr %	4. Erntejahr %	5. Erntejahr %
5	10	27	71	74

Nach dem Abmähen wächst das Knaulgras bei genügender Feuchtigkeit und Fruchtbarkeit des Bodens rasch, weswegen es auch bei der erforderlichen Düngung in der Schweiz

[1] Talanow und Pankow: Bericht über die Versuche der Jahre 1901—06 (Stawropol im Kaukasus). — Siehe Bericht der Versuchsstation Kraßny-Kut 1919.

mehrere Schnitte im Jahre bringt (bis zu vier). Als Pflanze mit schnell grob werdenden Halmen wird das Knaulgras dort *vor der Blüte abgemäht*, wobei ein Futter anfällt, das in seiner Hauptmasse aus zarten Blättern besteht.

Dadurch werden die widersprechenden Urteile der verschiedenen Autoren über den Futterwert des Knaulgrases erklärt: Je nachdem, ob in der Ernte die Blätter oder die Halme vorherrschen, kann ein recht verschiedenwertiges Futter die Folge sein.

Man sollte auch bei uns dort, wo man die Mischung länger nutzen will, das Knaulgras einführen, soweit es die Boden- und Klimaverhältnisse erlauben. Aber das Saatgut ist teuer und oft wenig keimfähig. Um den Samen in der Wirtschaft zu gewinnen, nimmt man dazu den ersten Schnitt (der zweite bringt wenig Halme). Das gemähte Knaulgras wird in Garben gebunden, wobei die Untergrasbeimengungen nach Möglichkeit herausgeschüttelt werden; es wird in Hocken getrocknet. Beim Transport zum Hof wird der Wagen mit einem Segeltuch ausgelegt. Beim Dreschen erhält man 5—7,5 dz je Hektar (Dänemark).

5. Die Schwingelarten.

Die Schwingelarten (Festuca L.). Der wichtigste von ihnen ist der *Wiesenschwingel* (Festuca elatior [pratensis]), das in unserer Flora gewöhnliche typische, ausdauernde Obergras mit intravaginalen Trieben, die einen recht dünnen Horst bilden. Das Blatthäutchen (ligula) geht am Grunde in zwei Öhrchen über. In der ausländischen Literatur wird der Wiesenschwingel als feuchtigkeits- und düngerliebende Pflanze beschrieben. Bei uns stellt sie nach Mitteilungen einiger Wirtschaften umgekehrt an die Feuchtigkeit wenig Ansprüche, weil sie sich auf der Schwarzerde gut entwickelt und eine große Leistungsfähigkeit erreicht, da ihr Wurzelsystem stark ausgebildet ist; diese Widersprüche können auch davon abhängen, daß die verschiedenen Sorten des Wiesenschwingels tatsächlich ungleiche Eigenschaften besitzen. Als „Samen" werden die Scheinfrüchte bezeichnet; sie werden sehr stark gesät, wobei die käuflichen Samen, die oft bedeutend geringer keimfähig sind, in größerer Menge ausgesät werden als die unter guten Verhältnissen in der eigenen Wirtschaft gewonnenen. Deswegen schwanken die Angaben für die Aussaatmenge je Hektar zwischen 15—60 kg. Der Wiesenschwingel entwickelt sich zuerst langsam, im dritten Jahr erreicht er seine volle Leistungsfähigkeit. Unter günstigen Verhältnissen hält er sich sehr lange (Schweden). Der Wiesenschwingel läßt sich leicht mähen, weil er glatte Blätter besitzt und saftiger ist als seine weiter unten folgenden Arten. Bei rechtzeitigem Mähen, solange die Pflanzen noch nicht überreif sind (Beginn der Blüte), erhält man ein hochwertiges Futter. Bei uns hat man Anbauversuche mit Wiesenschwingel im Schwarzerdegebiet (z. B. in Karlowka, Gouvernement Poltawa) manchmal im Gemenge mit Esparsette oder Luzerne ausgeführt. Indessen wäre er, nach dem Beispiel von Schweden zu urteilen, auch für den Norden von Interesse. Seine Samen lassen sich ziemlich leicht sammeln; Erträge von 4,5—6 dz/ha werden bei guter Entwicklung der Pflanzen als üblich angesehen.

Der Schafschwingel (Festuca ovina L.) erscheint in seinem Habitus, seinen Ansprüchen an Klima und Boden und in seiner wirtschaftlichen Bedeutung als das Gegenteil des Wiesenschwingels. Er bildet einen niedrigen dichten Horst aus, der aus kurzen Halmen und aus borstenartigen, schwer abmähbaren Wurzelblättern besteht. Der Schafschwingel ist eine Pflanze des trockenen Klimas (unserer Steppen) oder der trockenen Böden (sogar Sandböden). Er ist ferner wenig leistungsfähig und liefert ein minderwertiges Futter. In Deutschland wird er auf armen Sandböden manchmal in die Fruchtfolge aufgenommen,

Kartoffeln — Roggen mit Schafschwingeluntersaat und dann mehrere Jahre Schafschwingel, der als Schafweide genutzt wird. Nach 3—4 Jahren sinkt seine Leistungsfähigkeit gewöhnlich. Manchmal wird er anderen Gräsern beigemischt zur Bildung des Untergrases. Jedenfalls baut man ihn nur auf armen Böden an, auf denen wertvollere Gräser schlecht gedeihen.

Der *Rotschwingel* (Festuca rubra L.) unterscheidet sich von den vorhergehenden Arten durch *Kriechtriebe*, weswegen er auch noch ausläufertreibender Schwingel genannt wird, und durch eine weniger tiefgehende Bewurzelung, weswegen er feuchtigkeitsbedürftiger ist. Er hat breitere Blätter als der Schafschwingel, aber schmälere als der Wiesenschwingel, weswegen auch sein Futter sowohl der Quantität wie Qualität nach zwischen diesen beiden Schwingelarten steht. Er wird für ausdauernde Mischungen empfohlen, die für Saaten auf Moorböden und flachen Böden mit hohem Grundwasserstand bestimmt sind. Er bildet das Untergras. Infolge seiner Entwicklungsart sind die Halme weniger häufig verteilt, füllen aber den Raum gleichmäßig aus.

Der *Rohrschwingel* (Festuca arundinacea Schreb.) verträgt einen Feuchtigkeitsüberfluß und wird für berieselte Gegenden empfohlen, wo er hohe Erträge, wenn auch etwas grobes Heu, liefern kann.

6. Die Trespearten.

Die *wehrlose Trespe* (Bromus inermis Leyss) hat für den Feldfutterbau größere Bedeutung (vor allem in Ungarn und bei uns im Südosten) als die übrigen Trespearten. Sie wird durch einen hohen Halm, breite Blätter (ohne Öhrchen, mit kurzen Blatthäutchen, in der Knospe zusammengerollt) und durch lange grannenlose Ährchen der Rispe gekennzeichnet. Von den Schwingelarten unterscheiden sie sich (neben den anderen rein botanischen Merkmalen, wie die seitliche Lage der Narbe auf dem Fruchtknoten) durch die Entwicklung unterirdischer Triebe, die sich ähnlich denen der Quecke (obgleich sie hier kürzer sind) in der Erde verbreiten und es der Trespe ermöglichen, sich seitlich im Boden fortzupflanzen. Deswegen kann die wehrlose Trespe allein einen geschlossenen Grasbestand bilden. Außerdem hat die Trespe tiefgehende Wurzeln, durch welche sie sich mit Feuchtigkeit aus dem Untergrund versorgt. Wildwachsend kommt die Trespe bei uns überall vor. Besonders stark entwickelt sie sich auf fruchtbaren und genügend feuchten Böden und bildet infolge ihrer guten Anpassungsfähigkeit an die verschiedenen Verhältnisse auch auf höher liegenden trockenen Wiesen gewöhnlich das höchste Gras. In unseren Steppen des Schwarzerdegebietes entwickelt sie sich selbständig (wie die Quecke) auf den Umlagen (allerdings nicht auf salzhaltigen Böden). Über die wirtschaftliche Bedeutung der Trespe gehen die Meinungen stark auseinander, je nach den örtlichen Verhältnissen. Einige schreiben ihr eine große Bedeutung für den Grasbau zu (bei uns im Schwarzerdegebiet[1]), andere wieder neigen dazu, dieses Gras beinahe für ein Unkraut zu halten (Westeuropa). Zieht man aber die Bedingtheit des Begriffes „Unkraut" in Betracht (z. B. tritt der Roggen im Weizen als Unkraut auf) und die Wichtigkeit der Trespe in bestimmten Verhältnissen, z. B. in den Umlagewirtschaften mit ihren spärlichen Erträgen von 4,5—7,5 dz/ha „Bürsten"heu[2], so begreift man, daß in den angeführten Meinungen keine großen Widersprüche

[1] Unter den Gräsern hat die wehrlose Trespe die günstigste Stellung eingenommen (Poltawaer Arbeiten, S. 7). — „Schneelose Winter und Fröste fürchtet sie gar nicht, Sommerdürren verträgt sie gut" (Versuchsfeld in Omsk, Bericht von Sladkow 1909 und 1910).

[2] Mit „Bürste" wird eine Umlage (10—12 Jahre unbearbeitet) bezeichnet, die durchweg mit Koeleria cristata und Festuca ovina, die sich schwer mähen lassen, bestanden ist.

existieren. Im Westen wird die Trespe gemieden, im Südosten Rußlands aber hoch geschätzt.

Einzelheiten über die Verbreitung der Trespe, über die Fruchtfolge, über die Saatmethoden, über spezielle Sämaschinen für die Trespe usw. siehe in der Monographie von KLINGEN: Die wehrlose Trespe. Dep. f. Landw. Petersburg 1907. — Es sei hervorgehoben, daß im Jahre 1898 Prof. HANSEN Trespesamen aus Rußland nach Amerika brachte, wo sich die landwirtschaftliche Versuchsstation in Dakota mit ihrer Untersuchung befaßte. Sie wurde für die sog. „halbtrockenen Gebiete" als sehr geeignet gefunden.

Aber außer dieser Bedingtheit der Begriffe existieren auch einige Unterschiede im Wesen der Sache, und zwar ist der *Eiweißgehalt* im Trespeheu in unserem Südosten höher als im Westen (ähnlich wie die Weizen des Südostens eiweißreicher sind als diejenigen des Westens, wobei sich dies nicht nur auf das Korn, sondern auch auf das Stroh bezieht). So zeigen im Südosten die Analysen 10—12% Eiweiß und 28% Rohfaser, während wir im Westen 4—7% Eiweiß bei 37—39% Rohfaser finden. Außer den Klima- und Bodenverhältnissen übt auch die Zeit der Ernte auf den Futterwert des Heues im betreffenden Falle eine große Wirkung aus.

Die Trespe wird (besonders auf trockenen Böden) bald grob; deswegen ist es notwendig, das Mähen möglichst ohne Verzögerung auszuführen. Die Höhe der Ernte ändert sich innerhalb weiter Grenzen, indem sie hauptsächlich von der Feuchtigkeit des Bodens abhängt. Auf hochgelegenen trockenen Wiesen liefert die Trespe bei uns 22—27 dz/ha Heu, während sie auf den Überschwemmungswiesen an den Flüssen Woronesch und Don bis zu 75 dz/ha Heu bringt[1]. Die Trespe wird gewöhnlich mit Hafer ausgesät (Hafer als Deckfrucht) in einer Menge von 30 bis 60 kg Trespesamen. Darauf wird die Trespe bei günstigen Verhältnissen etwa 6 Jahre genutzt. Im Herbst wird sie seltener gesät. Aber es ist bekannt, daß im Herbst ausgesäte Trespe die Winterkälte sehr gut verträgt. Bei der Ernte der Trespe zur Samengewinnung wenden einige Landwirte (an Stelle des sonst üblichen Abschneidens der Rispen mit der Sense oder Abstreifens mit der Hand) Mähmaschinen an, wobei die Mähmaschinen zuerst hoch arbeiten und dann, in getrenntem Arbeitsgang, die Unterschichten zu Heu mähen. Andere mähen auf einmal niedrig ab, indem sie der Nachreife der Samen Bedeutung beimessen. Beim Umpflügen der von der Trespe befreiten Felder für den Getreideanbau muß man in Betracht ziehen, daß die Trespe mit ihren Rhizomen erneut wachsen kann; aber sie stirbt viel leichter ab als die Quecke.

Die *aufrechte Trespe* (Bromus erectus oder pratensis), die kleine dichte Horste bildet, aber keine Rhizome, besitzt für die steinigen Böden gewisse Bedeutung. In Südfrankreich wird sie z. B. schon lange auf trockenen Kalkböden angebaut, die wegen Undurchlässigkeit des Untergrundes sogar für Esparsette untauglich sind. Sie ist sehr ausdauernd, dürre- und kältewiderstandsfähig; sie kann bei uns für den Südosten von Interesse sein.

Die *weiche Trespe* (Bromus mollis L.) ist eine einjährige Art, wird auf den Feldern selten gesät und ist eher ein unerwünschtes Unkraut, weil diese Trespenart infolge der raschen Samenbildung, die vor der Blüte der Mehrzahl der anderen Gräser reif werden, sich stark vermehrt und wertvollere Arten verdrängen kann. Ihre Samen, ebenso wie diejenigen der *Roggentrespe* (Bromus secalinus L.) — ein Unkraut der Getreidearten — dienen zur Verfälschung der Samen anderer wertvollerer Gräser.

---

[1] Nach KLINGEN soll man in Südostrußland die Trespe in der Mehrzahl der Fälle nicht früher als nach 7 Jahren umpflügen, weil sonst die sich in voller Kraft befindende Trespe durch das Unterpflügen nicht vernichtet wird, sondern die darauffolgende Sommerung verunkrautet. Es wird auch darauf hingewiesen, daß die Trespe die Vermehrung der Hessenfliege begünstigt.

7. Die Hafergrasarten.

Von den Avenaarten hat die größte Bedeutung für den Feldfutterbau der *Glatthafer* (Avena elatior L. oder Arrenatherum elatius), der auch als französisches Raigras bezeichnet wird, fälschlicherweise, weil er in botanischer Hinsicht mit den oben beschriebenen welschen und deutschen Weidelgräsern (früher italienische und englische Raigräser), die zur Art Lolium gehören, nichts Gemeinsames hat. Von den beiden übrigen Arten, dem *behaarten Hafer* (Avena pubescens) und dem *Goldhafer* (Avena flavescens), die ebenfalls manchmal auf dem Acker angebaut werden, unterscheidet sich der Glatthafer anschaulich dadurch, daß er in jedem Ährchen vorzugsweise je ein Grannenhaar besitzt, während Avena pubescens je zwei und Avena flavescens je drei Grannen ausbilden.

Die Grannen sind bei allen Avenaarten gekniet und gedreht. Der Glatthafer ist ein sehr hochwachsendes, horstbildendes typisches Obergras, so daß er unter den anderen Gräsern, mit denen er im Gemenge gesät wird (z. B. mit Klee und Lieschgras), sozusagen das obere Stockwerk bildet. Seine höchste Leistungsfähigkeit erreicht er auf mittelfeuchten Böden; aber sowohl zu große Dürre als auch zu große Feuchtigkeit verträgt er nicht. Die höchsten Erträge liefert er im zweiten Entwicklungsjahr, worauf seine Leistungsfähigkeit schnell sinkt. Infolge einer gewissen *Bitterkeit* des Grases wird der Glatthafer in Reinsaat ungern vom Vieh gefressen. Deswegen muß man ihn im Gemenge mit anderen Gräsern aussäen, wobei empfohlen wird, daß seine Samen nicht mehr als 5—10 % der Samen der ganzen Mischung ausmachen, weil sonst der Glatthafer, der sich in den ersten Jahren stark entwickelt, die Entwicklung der wertvolleren Pflanzen unterdrücken kann. Den Glatthafer soll man vor der Blüte abmähen, weil die Pflanze in dieser Periode und noch mehr nach ihr sehr grob wird. Die Ernte zur Samengewinnung und der Drusch erfolgen ähnlich wie beim Getreide oder Lieschgras. Samen werden reichlich ausgebildet, so daß man vom Hektar im Durchschnitt etwa 3,7 dz gewinnt.

Der *behaarte Hafer* (Avena pubescens Huds.) spielt heutzutage keine irgendwie bemerkenswerte Rolle im Futterpflanzenbau, und dies nach Meinung einiger Autoren mit Recht, weil sein Halm sehr bald kahl wird, indem er die Blätter verliert. Nach der Behauptung anderer kann er im Gegenteil in dieser Hinsicht erfolgreich mit der vorherigen Art konkurrieren. Die Ursache dieser Widersprüche liegt wahrscheinlich darin, daß die verschiedenen Autoren von verschiedenen Sorten sprechen oder jedenfalls von Pflanzen aus verschiedenen Gegenden mit verschiedenen Entwicklungsverhältnissen, durch welche die Pflanze auch verschiedene Eigenschaften erhält.

Der *gelbliche oder Goldhafer* (Avena flavescens oder Trisetum flavescens P. B.) ist im Vergleich mit den vorher genannten Avenaarten eine niedriger wachsende Grasart. Er wird u. a. in den Bergen der Schweiz angebaut, wo er auf großer Höhe (2400 m) über dem Meeresspiegel gut überwintert. An den Boden ist er wenig anspruchsvoll; er gedeiht auf sumpfigen, lehmigen Sandböden, wenn sie nicht zu arm sind. Er ist vieljährig, entwickelt sich langsam und wird deswegen im Gemenge mit solchen Gräsern angebaut, die ihre Erträge in den ersten Jahren bringen, mit dem Zweck, die Nutzungsperiode auszudehnen. Er wird nicht sehr grob, sogar wenn man sich mit dem Mähen verspätet hat. Er verdient bei uns teilweise geprüft zu werden. Seine Samen werden oft mit den Samen der minderwertigen Rasenschmiele (Aira caespitosa) verfälscht.

8. Die Rispengrasarten.

Einige *Poaarten* sind für den Feldfutterpflanzenbau ebenfalls von Bedeutung. Die wichtigste unter ihnen ist das *Wiesenrispengras* (Poa pratensis L.). Dies ist

mehr ein Unter- als ein Obergras. Eine derartige unbestimmte Definierung wird durch die große Beweglichkeit der Begriffe selbst, „Unter" und „Ober", hervorgerufen, die bekanntlich mit der Üppigkeit und der Höhe der Pflanzen zusammenhängen, und die sich, abgesehen von der Abhängigkeit von äußeren Verhältnissen auch noch je nach dem Stadium der Entwicklung der Pflanze selbst ändern. Der Halm ist glatt, die Blätter zeigen ein weniger entwickeltes Blatthäutchen als bei der nächstfolgenden Art. Das Wiesenrispengras bildet sowohl im Boden wagerecht sich ausbreitende als auch senkrechte Triebe, wodurch die Pflanze in den Stand versetzt wird, gleichzeitig Horste zu bilden und die von diesen unterirdisch verbundenen Horsten besetzte Fläche gleichmäßig zu berasen. Infolge der unterirdischen Triebe ist das Wiesenrispengras widerstandsfähiger gegen Dürre als das gemeine Rispengras (Poa trivialis), das oberirdische Triebe bildet. Das Wiesenrispengras ist recht stark verbreitet in recht verschiedenen Klima- und Bodenverhältnissen. Es kommt sowohl im äußersten Norden (Nowaja-Semlja) als auch in südlichen Ländern, bis einschließlich Australien vor und bildet einen wichtigen Bestandteil der Flora, sowohl der nordamerikanischen Prärie als auch unserer Steppenumlagewirtschaften. Andererseits weiß man auch, daß diese Grasart lange Zeit unter Wasser bei Überschwemmung der Wiesen stehen kann und dies gut verträgt. Den verschiedenen Verhältnissen dieser Gebiete entsprechend erfolgt die Entwicklung dieser Pflanze natürlich ebenfalls recht verschieden. Im ersten Jahr bildet das Wiesenrispengras keine Halme. Seine Nutzung beginnt vom zweiten Jahre, aber den höchsten Ertrag erhält man im dritten oder vierten Jahr. Nach dem Mähen wächst es langsam, so daß es in diesem Falle nur als Weide dienen kann. Auf dem Felde hält es sich lange. Die Blütenspelzen, welche die Früchte einhüllen, sind an ihrer Ansatzstelle mit Härchen bedeckt, mit deren Hilfe sich die „Samen" zusammenballen. Um die Saat gleichmäßig ausführen zu können, muß man die Härchen beseitigen. Dies wird durch Bearbeitung der „Samen" mit verschiedenen Maschinen oder einfach durch ein Durchreiben der Samen mit der Hand durch ein Sieb erreicht.

Das *gemeine Rispengras* (Poa trivialis L.) unterscheidet sich von der vorigen Art durch einen immer behaarten Halm, durch das Vorhandensein eines zugespitzten Blatthäutchens und durch oberirdische Triebe. Infolgedessen ist das gemeine Rispengras eine Pflanze der feuchten Böden. Auf trockenen Böden werden ihre Triebe rot und trocknen ein. Das gemeine Rispengras liefert etwas gröberes Futter als das Wiesenrispengras. Die größte Leistungsfähigkeit erreicht es bei Berieselung, wodurch die Entwicklung hoher Halme begünstigt wird. Dadurch werden auch die Erträge höher. Alljährlich liefert es nur einen Schnitt, weil es nach dem Mähen keine senkrechten Halme mehr, sondern nur kriechende Triebe und Blätter bildet. Das Handelssaatgut (ebenfalls behaart) wird sehr oft durch die leichter erhaltbaren und schwer zu unterscheidenden Samen des Wiesenrispengrases verfälscht.

Einzelheiten siehe bei Stebler und Schröter: Die besten Futterpflanzen. Das *zusammengedrückte Rispengras* (Poa compressa L.) ist ein mehrjähriges, sich langsam entwickelndes niedriges Gras, das manchmal den mehrjährigen Mischungen beigemengt wird, um Untergras zu bilden. Seine Bedeutung im Vergleich mit den vorigen Poaarten ist nicht groß. Das *Hainrispengras* (Poa nemoralis) mit kurzen Trieben, die einen kleinen dichten Horst bilden, kann gewisse Bedeutung beim Anbau auf schattigen Stellen zur Bildung des Untergrases besitzen. Das *späte* oder *Sumpfrispengras* (Poa serotina Ehrh. oder Poa fertilis Host.) kann geringe Bedeutung für sumpfige Wiesen erlangen.

Das *gemeine Straußgras* (Agrostis alba oder Agrostis stolonifera L.), das im Küstenklima bedeutende Verbreitung erreicht und dort mehr oder weniger hohe Erträge liefert, die bei den verschiedenen Arten nicht gleichartig sind, verliert auf dem Festland diese Eigenschaften und hat deshalb hier für den Feldfutterbau fast gar keine Bedeutung. Seine Samen

werden oft mit den Samen des echten Windhalmes (Apera spica venti), eines einjährigen überwinternden Grases, verfälscht.

Das *wollige Honiggras* (Holcus lanatus L.) ist eine hohe blattreiche Grasart. Für uns ist es als Futterpflanze völlig ungeeignet, weil es rasch hart wird und durch seine sammetartige Behaarung dem Vieh unangenehm ist. Offenbar sind im Küsten- und feuchten und milden Klima diese beiden Mängel schwächer ausgeprägt, weil man sich sonst nicht erklären kann, wie diese Art in die Liste der Futtergräser geraten und stellenweise gut beurteilt werden konnte.

Schließlich sei noch auf eine der mehrjährigen Grasarten hingewiesen: das *Rohrglanzgras* (Phalaris arundinacea L. oder Digraphis arundinacea Trin. rohrähnliches Kanariengras). Es kommt wildwachsend an Flußufern, auf zeitweise überschwemmten, überhaupt feuchten (aber nicht Moor-) Wiesen vor. Es wird bis zu 2 m hoch, liefert grobe Blätter, die nur im allerjüngsten Zustand verfütterbar sind. Stebler und Schröter empfehlen, diese Pflanze im Gemenge anzubauen, wie es in der Schweiz üblich ist, um Streumaterial zu erhalten (Streuwiesen).

9. Der Mohar und das Sudangras.

Von den *einjährigen* Grasarten[1] wollen wir den *Mohar* (*Panicum germanicum*, Setaria germanica) erwähnen, obgleich er nicht immer als Futterpflanze auftritt, weil er manchmal, wie wir gesehen haben, auf einem Feldschlage zur Körnergewinnung angebaut wird. Er ist eine Pflanze des trockenen Klimas und der leichten Böden; in der Fruchtfolge kann er die letzte Stelle einnehmen. Bei uns kann er für das Schwarzerdegebiet Bedeutung besitzen. In feuchtem und kaltem Klima gedeiht er nicht. Er wird früh gesät, weil er ähnlich wie die mit ihm verwandte Hirse kälteempfindlich ist; übrigens sind die Urteile der Autoren in dieser Hinsicht nicht genügend übereinstimmend. Je Hektar werden 15—30 kg Samen ausgesät, weniger oder mehr je nach der Art und nach den Verhältnissen der Saat. Ähnlich wie die Hirse ist der Mohar dankbar für gute Bodenbearbeitung und Säuberung von Unkräutern. Gemäht wird er bei Bildung der Blütenstände (später als Wickgemenge). Unter günstigen Verhältnissen und bei gelungener Kultur liefert er nach einigen Mitteilungen bis zu 45 dz/ha Heu. Häufiger erhält man aber 22—30 dz/ha.

Übrigens brachte der Mohar auf dem Poltawaer Versuchsfeld im Laufe von 5 Jahren im Durchschnitt 48 dz/ha Heu, bei Anbau zur Samengewinnung aber 5,4 dz Samen. Die ebendort durchgeführten Analysen zeigten folgende *Zusammensetzung des Heues*:

	Rohfaser %	Gesamtstickstoff %	Eiweiß nach Stutzer %	Fett %	N-freie Extraktstoffe %
12. Juni (vor dem Schossen) . . .	25,6	2,4	10,4	2,1	44,0
28. Juni (während des Schossens) .	26,3	1,7	6,9	1,7	47,4
9. Juli (nach dem Schossen) . . .	28,3	1,4	6,3	1,9	44,1

Die Menge des hygroskopischen Wassers schwankte zwischen 8 und 10%. Die Grünmasse enthielt 62—71% Wasser.

Nach seiner Wirkung auf die Nachfrucht ist der Mohar offenbar keine besonders günstige Vorfrucht für Sommerungen.

Neben dem gewöhnlichen Mohar wird eine Reihe anderer einjähriger Pflanzen von den Hirsearten zur Futtergewinnung angebaut, die zum Teil zu Panicum italicum (z. B. „Tschumidsa" und „kalifornischer Mohar"), zum Teil zu Panicum Crus galli maior usw. gehören (siehe weiter oben). Auf dem Versuchsfeld in Werchnedneprowsk brachten viele dieser Formen bedeutend höhere Futtererträge als der gewöhnliche Mohar, aber den größten Erfolg hatte bei diesen Versuchen das „Sudangras".

[1] Neben den früher erwähnten einjährigen Arten, wie das Westerwoldische Weidelgras.

Das *Sudangras* (Sorghum exiguum) stammt aus Afrika; 1909 wurde es nach Amerika gebracht, als Vertreter der Sorghumarten, die durch ihre Dürrefestigkeit bekannt sind. Es hat aber zartere Halme als die gewöhnliche Mohrenhirse und ist deswegen zur Herstellung von Heu geeignet und bildet gleichzeitig keine Rhizome, was als Nachteil für Sorghum halepense anzusehen ist, das man früher in Amerika anzubauen versuchte. 1915 erzielte das Sudangras in den Steppen der nordamerikanischen Staaten einen bedeutenden Erfolg, wodurch W. W. Talanow veranlaßt wurde, dieses Gras 1915 in die Zahl der auf den Versuchsfeldern des Jekaterinoslawer Netzes zu prüfenden Futterpflanzen, die sich für Südrußland eignen, aufzunehmen. Bald stellte sich heraus, daß das Sudangras den Mohar an Dürrefestigkeit und Ertragsfähigkeit übertrifft und, wenn es genügend dicht gesät wird, auch in der Qualität des Heues. Das Sudangras ist eine einjährige Pflanze mit einem mächtigen Wurzelsystem, mit hohen Halmen (bis zu 2 m Höhe), mit stark entwickelten Blättern und mit einem Rispenblütenstand. Es ist recht wärmebedürftig, aber der südliche Teil der Gouvernements Poltawa, Charkow, Woronesch und Saratow ist für seine Kultur noch geeignet; aber nicht jedes Jahr kann man in der Nähe der nördlichen Grenze seines Anbaugebietes eigene Samen ernten.

Das Sudangras ist an die Fruchtbarkeit des Bodens nicht anspruchsvoll, aber der Boden muß möglichst unkrautrein sein. In der *Fruchtfolge* kann es eigentlich an beliebiger Stelle untergebracht werden. Weil es aber bei der bedeutenden Leistungsfähigkeit auch den Boden stark austrocknet, so wird in trockenen Gebieten häufig vorgezogen, das Sudangras vor der Brache anzubauen.

Als *Aussaatstärke* werden 22 kg je Hektar bei Drillsaat empfohlen; im äußersten Südosten bei breitreihiger Drillsaat 7,5—11,2 kg. In der ersten Zeit (2—3 Wochen) entwickelt sich die junge Saat sehr langsam, und in dieser Zeit kann das Unkraut das Sudangras überflügeln. Aber nach 2—3 Wochen, wenn sich das Wurzelsystem entwickelt hat, wächst das Sudangras rasch und fürchtet keine Unterdrückung durch das Unkraut mehr.

Die *Ernte* wird dem Anfang der Rispenbildung angepaßt. Obgleich auch behauptet wird, daß eine Verspätung in der Ernte dem Futterwert wegen der starken Bestockung wenig schadet, wobei die zahlreichen sekundären Triebe ein zarteres Futter liefern als der Haupthalm, so muß man doch der Bildung und dem Heranwachsen des zweiten Schnittes, der seiner Masse nach ebenso groß sein kann wie der erste, Zeit lassen; manchmal fällt auch ein dritter Schnitt an.

Es folgt nebenstehend ein Beispiel aus den Ergebnissen der Jekaterinoslawer Versuchsstation.

Die Heuerträge	1. Schnitt dz/ha	2. Schnitt dz/ha	3. Schnitt dz/ha	Summe dz/ha
1915	20	50	—	70
1916	20	23	10	53
1917	29	26	—	54

Im Durchschnitt betrug die Ernte des Sudangrases für 3 Jahre 59 dz/ha, während der Mohar 35 dz und Tschumidsa 47 dz brachten, wobei das Heu der letzten beiden Pflanzen bedeutend schlechter war[1].

Im Dongebiet wurden im Durchschnitt in 3 Jahren 47 dz/ha geerntet, während Luzerne 21 dz und Esparsette 25 dz Heu je Jahr brachten[2].

Seinem *Futterwert* nach ist das Sudangras sehr wertvoll, wenn der Grasbestand nicht zu dünn war, und die Halme nicht hart geworden sind. Nach den Analysen der Versuchsstation in Texas (Amerika) enthielt das Sudangras mehr Eiweiß als die anderen Grasarten:

---

[1] Siehe Talanow: Das Sudangras 1922.
[2] Siehe Puschkarew: Die Futterpflanzen des Dongebietes. 1927.

	Sudangras %	Lieschgras %	Hafer %	Mohrenhirse %
Eiweiß	12,4	6,8	8,9	9,9
Rohfaser	29,0	33,4	32,1	26,7

Die Jekaterinoslawer Station erhielt ähnliche Ergebnisse:

	Sudangras %	Queckenheu %	Steppenheu %	Tschumidsa aus der Mandschurei %
Eiweiß	12,8	9,9	11,8	9,5
Rohfaser	28,3	31,5	30,5	28,8

Weil das Sudangras nach dem Abhüten wieder gut nachwächst, so kann es zur Weidefütterung sowohl für Großvieh als auch für Schweine dienen (z. B. in drei Abschnitten im Laufe des Sommers zu je 14 Tagen in Zwischenräumen von 3—4 Wochen).

Außer den genannten Gräsern werden einige unserer gewöhnlichen Körnergetreidearten als Futterpflanzen benutzt, z. B. *Hafer* und *Roggen* zur Grünfütterung, häufiger allerdings im Gemenge mit Sommer- oder Winterwicke (V. sativa und villosa) oder verschiedene Sommergetreidearten in verschiedenem Gemenge. Der Roggen liefert das früheste Futter im Frühjahr, und das Verfüttern des Roggens in einer intensiven Milchwirtschaft als frühes Grünfutter kann sich besser bezahlt machen als der Körnerroggenbau. Nach Roggen kann man Futtermais anbauen oder das Feld mit Hackfrüchten bestellen bei einem Anbau derselben durch Verpflanzen (Versuchsstation Saratow).

III. Futterpflanzen anderer Familien.

Meistenteils werden diese Futterpflanzen auf den Wiesen unter anderen Gräsern mehr geduldet als auf den Feldern als Futterpflanzen angebaut. Indessen verdienen einige von ihnen eine kurze Erwähnung, weil sie dennoch manchmal empfohlen werden, sei es als Futterpflanzen, sei es als solche, welche die Verdauung und den Stoffwechsel begünstigen.

Von den *Kreuzblütlern* hat der früher beschriebene *weiße Senf* (Sinapis alba L.) eine gewisse Bedeutung. Als eine sich schnell entwickelnde und an den Boden anspruchslose Pflanze kann er manchmal als Stoppelfrucht von Wert sein. Ferner existieren Futtersorten von *Winterraps*, die sowohl zur Heugewinnung als auch zur Weide dienen (Amerika).

Die *morgenländische Zackenschote* (Bunias orientalis L.), die manchmal als dürre- und kältefeste Pflanze, welche eiweißreiches Futter liefert, empfohlen wird, tritt allerdings häufiger als Unkraut auf, weil sie, in jeder Hinsicht anspruchslos, kräftig wächst und gleichzeitig (besonders bei trockenem Wetter) ein hartes Futter liefert, dabei in kleinen Schnitten.

Von den *Nelkengewächsen* kann der *Spörgel* erwähnt werden (Spergula arvensis L.) mit seinen zwei Unterarten: *Spergula arvensis sativa* und *maxima*. Der Spörgel wurde von Thaer und anderen alten Autoren für Sandböden empfohlen als Pflanze, die recht anspruchslos und leistungsfähig ist und gutes Futter liefert. Anbauversuche zeigten aber, daß diese Pflanze nicht so ertragsfähig ist und kein so gutes Futter liefert, wie man früher annahm. Deswegen wird heute der Spörgel durch andere Pflanzen ersetzt: Auf Sandböden durch *Lupinen* (zur Gründüngung), auf anderen gewöhnlich durch ein Wick-Hafer-Gemenge.

Von den Rosengewächsen wird manchmal der *kleine Wiesenknopf* (Poterium Sanguisorba L.) zur geringen Beimengung auf trockenen Schafweiden als Pflanze empfohlen, die Geschmack und Verdauung begünstigt. Bei Reinsaat liefert er geringe Erträge und ist ein zu aromatisches vom Vieh ungern gefressenes Futter.

Von den Doldengewächsen sind der *echte Kümmel* (Carum Carvi L.) und die *kleine Bibernelle* (Pimpinella Saxifraga L.) als aromatische Pflanzen nach Meinungen vieler als geringe Beimischungen für Weiden wünschenswert.

Von den *Korbblütlern* wird gewöhnlich als Futterpflanze die *Schafgarbe* (Achillea Millefolium) empfohlen. Aber es gibt wohl kaum ernste Gründe zur Vermehrung dieser Pflanze, welche die wertvolleren Gräser verdrängen kann.

Von den *Wegericharten* wird der *Spitzwegerich* (Plantago lanceolata L.) noch am meisten geduldet, der in feuchtem Klima und auf fruchtbarem Boden eine recht große Blattmasse bilden kann und manchmal sogar künstlich beigemischt wird, falls man eine Weidemischung herstellen will. Die anderen Plantagoarten treten als Unkräuter auf, weil sie stark auseinanderwachsen und mit den Wurzelblättern starke Rosetten bilden.

Es wurde wiederholt mit Leidenschaft nach neuen Futterpflanzen gesucht und die Liste derselben ist recht groß. Aber bei näherer Untersuchung stellte sich heraus, daß viele von ihnen keine Beachtung verdienen; als Beispiel seien hier nur die Futterschwarzwurz (Symphytum asperrimum) und der Riesenknöterich (Polygonum Sachalinense) genannt.

IV. Futterpflanzenmischungen.

Die Mischungen wendet man auf Grund verschiedener Überlegungen an. So nimmt man an, daß durch die Mischungen die *Beständigkeit der Erträge* besser sichergestellt wird als durch Reinsaaten der einzelnen Pflanzen, weil sich die verschiedenen Pflanzen gegen ungünstige Witterungsverhältnisse, gegen Befall durch Parasiten und andere Feinde verschieden verhalten. Während die einen Pflanzen z. B. unter Feuchtigkeitsüberfluß leiden, gewinnen die anderen, in dieser Hinsicht weniger empfindlichen, in der Entwicklung die Oberhand und stellen einen gewissen Ertrag sicher. Dasselbe bezieht sich auch auf Dürre, Frost, im gewissen Grade auf Krankheiten und auf Beschädigungen durch Insekten. Leiden die Gräser z. B. unter Rost, so können die Leguminosen gesund bleiben, und umgekehrt, werden die letzteren vom Mehltau befallen und gehen ein, so bleiben die Gräser gesund und stellen die Ernte sicher. So sind Pflanzen, die sich gegenseitig in ihren Eigenschaften ergänzen, im Gemenge mehr den Veränderungen der äußeren Verhältnisse angepaßt als jede Pflanze von ihnen allein. Das gleiche gilt infolge der ungleichmäßigen Ansprüche der Pflanzen an die Nährstoffe und des ungleichen Ganges der Nährstoffaufnahme. Die Gräser verbreiten ihre Wurzeln in der oberen Bodenschicht und entziehen von hier die Nährstoffe in einem gewissen Verhältnis; die Leguminosen dagegen wurzeln in großer Tiefe und entziehen von dort die Nährstoffe in einer anderen Zusammensetzung. Die Leguminosen eignen sich den atmosphärischen Stickstoff an und bedürfen also nicht so des Bodenstickstoffes wie die Gräser, die nur diesen letzteren verwerten können.

Als wir oben von Mischsaaten der Lupine mit Hafer und Hirse sprachen, erwähnten wir, daß die Lupine, die über eine gute Lösungsfähigkeit des Wurzelsystems für Phosphorsäure verfügt, auch die Phosphatversorgung der mit ihr ausgesäten Getreidearten verbessert. Es ist möglich, daß auch in den Futterpflanzengemischen ähnliche Fälle vorkommen.

Infolgedessen erhält man beim Anbau von Mischsaaten höhere Erträge. Aber als Hauptbeweis erscheint der Umstand, daß der Gewinn gleichmäßiger Erträge während einer Reihe von Jahren viel besser dann erreicht wird, wenn man Futterpflanzenmischungen aussät, weil die verschiedenen Pflanzen ihre höchste Entwicklung und ihre höchste Leistungsfähigkeit zu verschiedenen Zeiten erreichen. Deswegen wird das Schwächerwerden mit den Jahren bei den einen Komponenten der Mischung durch das Stärkerwerden der anderen wieder ausgeglichen,

wenn die Mischung richtig zusammengesetzt ist. Außerdem gewähren die Mischungen die Möglichkeit, ein *Futter von normaler Zusammensetzung* zu gewinnen mit dem von der Zootechnik verlangten richtigen Verhältnis zwischen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nährstoffen. Es wird schließlich darauf hingewiesen, daß bei einer Mischung die *Ernte bedeutend erleichtert* wird, weil die Leguminosen z. B. im Gemenge mit den Gräsern sich leichter ernten lassen, mit dem geringsten Verlust an wertvollen Teilen, als einzeln.

Allerdings sind nicht alle oben beschriebenen Pflanzen für die Zusammensetzung der Mischungen gleich geeignet. Wir sahen, daß einige von ihnen gegen Beschattung empfindlich sind (Luzerne, Esparsette) und daher bei Reinsaat gewöhnlich höhere Erträge liefern, als wenn sie im Gemenge mit anderen Futterpflanzen angebaut werden. Ausnahmsweise werden allerdings auch diese Pflanzen mit im Gemenge angebaut; s. weiter unten.

Die *Auswahl der Pflanzen* zur Zusammenstellung der Mischungen wird einerseits auf Grund der Kenntnis der örtlichen Verhältnisse, andererseits auf Grund des verschiedenen Verhaltens der Pflanzen zu den Wachstumsfaktoren getroffen. So haben wir gesehen, daß auf Sandböden der Schafschwingel und nicht aber das Knaulgras und auch nicht der Fuchsschwanz wachsen; von den Leguminosen — Wundklee, Hopfenklee, Serradella, aber nicht die Kleearten, weder Rotklee noch Schwedenklee. Ebenso sind die Ansprüche an das Klima, die Schnelligkeit der Entwicklung und die Ausdauer verschieden. In letzterer Hinsicht können das welsche Weidelgras und das Knaulgras als Beispiele entgegengesetzter Eigenschaften dienen, wenn man nicht diejenigen Gräser nimmt, die für den Feldfutterbau geringe Bedeutung besitzen. Der Entwicklungscharakter der Futterpflanzen wird ebenfalls in Betracht gezogen und je nach der Nutzungsmethode der Mischung werden die einen oder die anderen vorgezogen (Rot- und Weißklee dienen als entgegengesetzte Beispiele); oder man kombiniert Futterpflanzen mit entgegengesetzten Eigenschaften zur besten Ausnutzung der Fläche (Ober- und Untergräser, sich bestockende Gräser und solche mit Rhizomen). Über die *Saatmengen*, mit denen die Samen der ausgewählten Pflanzen untereinander *gemischt* werden, können hier natürlich keine allgemeinen Regeln aufgestellt werden; im Gegenteil, es wird eine große Buntheit beobachtet. Gewöhnlich verfährt man in diesen Berechnungen folgendermaßen. Man bestimmt, welche Rolle jede der ausgewählten Pflanzen spielen muß, und dementsprechend nimmt man einen entsprechenden Prozentsatz von der Saatmenge dieser Pflanze, welche bei Reinsaat ausgesät wird. Wird z. B. die Mischung aus Rotklee und welschem Weidelgras hergestellt (dieser Fall ist einer der einfachsten[1], weil diese beiden Gräser sich ungefähr gleichzeitig entwickeln), und wenn man dabei in dieser Mischung beiden Pflanzen die gleiche Bedeutung zumessen will, so nimmt man 50 % des Samengewichts bei Reinsaat, und zwar vom Klee 9 kg, vom welschen Weidelgras 23 kg je Hektar, wenn man für den Klee allein eine Aussaatmenge von 18 kg, für das Weidelgras 45 kg als normal ansieht. Gewöhnlich ist es aber notwendig, die auf diese Weise errechneten *Samenmengen zu erhöhen*. Die Notwendigkeit dieser Erhöhung ist empirisch gefunden worden; es werden verschiedene Gründe dafür angegeben. Unserer Ansicht nach sind sie alle wenig stichhaltig, mit Ausnahme von folgendem, der aus irgendeinem Grunde gewöhnlich außer acht gelassen wird. Haben wir Pflanzen, die sich in der Zeit nicht gleichmäßig entwickeln, so ist es nicht richtig, den Weg der einfachen Summierung bei der Bestimmung der Standdichte zu beschreiten. Wir wollen einen extremen (willkürlichen) Fall annehmen. Wir säen zwei Futterpflanzen im Gemenge aus,

[1] Wenn auch dieser Fall bei uns nicht gewöhnlich ist.

von denen die eine eine Ernte im ersten Nutzungsjahre gleich Null bringt, im zweiten gleich 100, die andere aber umgekehrt im ersten gleich 100 und im zweiten gleich Null. Wir erhalten dann bei der Aussaat der halben Saatmenge beider Pflanzen keinen vollen Ertrag, weil wir im ersten Jahre nur die Hälfte der Bestandesdichte der einen Pflanze haben werden, ebenso wie im zweiten Jahr nur die Hälfte der Bestandesdichte der anderen. Wenn dieser Fall in der Natur möglich wäre, so müßte man je 100% der normalen Aussaatmenge für beide Pflanzen nehmen. Zwischen diesem Beispiel und der obengenannten Rotkleemischung mit welschem Weidelgras besteht ein völliger Gegensatz. In Wirklichkeit aber hat man es mit einer großen Zahl von Abstufungen zu tun, die zwischen diesen beiden Extremen liegen. Weil die Entwicklung der Pflanzen in den verschiedenen Jahren nach der Saat nicht gleichbleibend ist, sondern von der Summe der Faktoren der örtlichen Verhältnisse abhängt, so kann man im voraus auch nicht berechnen, um wieviel man die auf oben beschriebenem Wege errechnete Menge erhöhen muß. Oft werden 25% der errechneten Samenmenge hinzugefügt, aber je komplizierter die Mischung ist und auf eine je längere Zeit sie berechnet ist, um so mehr muß man hinzufügen; daher die hohen Unkosten bei komplizierten Mischungen.

Bei uns ist die gewöhnlichste (einzig allgemein verbreitete) Mischung diejenige des *Klees mit Lieschgras*. Gewöhnlich nimmt man 60—70% der normalen Aussaatmenge für Klee und 40—50% für Lieschgras (mit einer Erhöhung von 20 bis 25% infolge der Mischung). Ist die Nutzungsdauer kurz, so nimmt man weniger Lieschgras, ist sie länger, so wird seine Aussaatmenge erhöht. Die komplizierten Mischungen sind bei uns weniger erprobt (hier ist auch sehr der hohe Samenpreis von Nachteil) und ein großer Teil der Rezepte für ihre Zusammenstellung findet sich in den Nachschlagewerken westeuropäischer Herkunft.

Es muß bemerkt werden, daß wir bis jetzt noch keine genügende eigene Samenproduktion der mehrjährigen Gräser haben, mit Ausnahme von Lieschgras. Bei dem Samenbezug aus dem Ausland ist, abgesehen von dem hohen Preise, auch noch der Nachteil vorhanden, daß die Samen von solchen Sorten abstammen können, die unseren Winter nicht vertragen.

Wir wollen uns auf folgende 3 Mischungsbeispiele nach den Mitteilungen von Stebler und Schröter für die Schweiz für eine 4—6jährige Nutzung beschränken.

Futterpflanzen	für guten sandigen Lehm	für schwachlehmigen (gedüngten) Sand	für Moorboden
	in Prozenten der normalen Aussaat		
Rotklee	20	20	—
Schwedenklee	10	—	40
Weißklee	5	8	—
Gelbklee	—	5	—
Glatthafer	5	5	5
Welsches Weidelgras	5	5	—
Deutsches Weidelgras	5	5	—
Lieschgras	10	—	15
Knaulgras	20	20	—
Wiesenschwingel	15	—	—
Rotschwingel	—	—	10
Goldhafer	10	20	—
Wiesenrispengras	—	17	10
Fuchsschwanz	—	—	5
Honiggras	—	—	10

Näheres siehe in dem Buche der genannten Autoren: Die besten Futterpflanzen. Einige allgemeine Überlegungen über die Bedeutung der Mischung von Leguminosen mit Gräsern für unseren Schwarzerdeboden siehe in den oben angeführten Arbeiten des Poltawaer

Versuchsfeldes („Itogi") und in der Broschüre von KLINGEN. Praktische Beispiele in den ebenfalls früher genannten Büchern und vielen Zeitschriftenaufsätzen; ferner im „Nachschlagebuch für Landwirte" (Ausgabe von DEVRIENT) und in ähnlichen Ausgaben.

In diesen Mischungen sind die Pflanzen auf Grund ihres Feuchtigkeits- und Nährstoffbedarfes und den Bodeneigenschaften entsprechend ausgewählt worden. Wir sehen, daß für den sandigen Lehm solche Pflanzen bestimmt werden, die einen genügend fruchtbaren und mit Feuchtigkeit sicher versorgten Boden benötigen. Für den lehmigen Sand, der ärmer und trockener ist, sind weniger anspruchsvolle Pflanzen ausgewählt worden, wie Hopfenluzerne und Goldhafer; indessen ist der Schwedenklee z. B., der in der ersten Mischung vorhanden ist, hier ausgeschlossen, weil er zu feuchtigkeitsbedürftig ist; das Knaulgras aber, das ebenfalls feuchtigkeitsbedürftig ist, blieb stehen, offenbar infolge des feuchten Klimas der Schweiz. Schließlich werden für den Moorboden ebenfalls entsprechende Pflanzen bestimmt; Schwedenklee, Lieschgras, Fuchsschwanz, Rotschwingel (die Rhizome des letzteren verbreiten sich flach); andererseits sind viele Pflanzen der vorigen Mischung (Rotklee, Knaulgras, Wiesenschwingel) hier ausgeschlossen worden, weil sie keinen Feuchtigkeitsüberschuß vertragen.

Wenn es für das Waldbodengebiet Rußlands bis zu einem gewissen Grade möglich ist, die westeuropäischen Erfahrungen über die Zusammensetzung der Mischungen zu benutzen, so sind diese Angaben für das Schwarzerdegebiet nicht anwendbar; sogar die Erfahrungen Südeuropas kann man in diesem Falle nicht unmittelbar infolge der Eigentümlichkeiten der Schwarzerdeböden übertragen und auch für den Südosten infolge des stark ausgeprägten kontinentalen Klimas. Man kann sagen, daß keine einzige der mehrjährigen Mischungen bei uns im Süden solche Bedeutung erlangt hat wie die Kleemischung mit Lieschgras im Norden, was zum Teil auch damit zusammenhängt, daß die 1jährigen Futterpflanzen im Süden gewöhnlich leistungsfähiger sind als die mehrjährigen.

Wir wollen einige Mitteilungen der Versuchsstation des Schwarzerdegebietes in dieser Frage anführen:

Dem Ertrag nach steht die Mischung der französischen Luzerne (7 kg) mit Wiesenschwingel (15 kg je Hektar) auf dem Nordkaukasus an erster Stelle[1]. Die Schnittzahl dieser Mischung beträgt in einem Sommer zwei, selten drei, die Ausdauer über sechs Jahre, wobei der Wiesenschwingel nach 3—4 Jahren verschwindet, und nur die Luzerne übrigbleibt.

An zweiter Stelle dem Ertrag nach stand die Mischung der Luzerne mit der wehrlosen Trespe, ferner die Mischung der Luzerne mit Klee, an vierter Stelle reine Luzerne; an fünfter Esparsette mit Schwingel. Dann folgen: Turkestaner Luzerne, Klee mit Lieschgras, Esparsette, Trespe, Schwingel, Klee, Shitnjak. Im allgemeinen waren hier die Mischungen ertragreicher als die Reinsaaten der einzelnen Pflanzen. Es wäre wünschenswert, Zahlenergebnisse zu erlangen für Versuche über den Vergleich der gleichzeitigen Aussaat der einzelnen Bestandteile der Mischung mit der obenerwähnten Methode (s. Luzerne), einer späteren Einsaat der Gräser in die Leguminosen, wenn die letzteren bereits festen Fuß gefaßt haben. Es gibt natürlich auch eine Reihe anderer Seiten in dieser Frage, die in jedem Gebiet durch systematische Versuche erprobt werden müssen.

Für den äußersten Südosten (Versuchsstation Kraßny-Kut) war die verhältnismäßig beste Mischung: Luzerne mit Shitnjak, wobei der letztere in die Luzerne im Herbst eingesät wird, in dem gleichen Jahr, in welchem im Frühjahr die Luzerne gesät wurde. Im nördlichen Teil des Gouvernements Samara (Kreis

[1] Siehe Berichte des Versuchsfeldes in Stawropol (1901—1906) zusammengestellt von TALANOW und PANKOW.

Buguruslan) aber brachte eine Mischung der Luzerne (30 kg) mit Bromus (4 kg) die besten Ergebnisse.

Der Vergleich der Reinsaat mit Mischungen wurde für das Dongebiet durchgeführt, aber mit einjährigen Mischungen, wo der Vorteil der Mischungen überhaupt nicht groß sein kann; im betreffenden Falle konnte dieser Vorteil überhaupt nicht festgestellt werden, wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist (Durchschnitt für drei Jahre).

Hafer-Wicke	17 dz	Sudangras	48 dz
Mohar-Hafer	30 ,,	,, mit Sojabohne	42 ,,
Mohar mit Sojabohne	28 ,,	Mohrenhirse	61 ,,
Mais	29 ,,	,, mit Kuherbsen	43 ,,[1]
,, mit Sojabohne	27 ,,		

Literatur.

Außer Blomeyer und Langethal:

Bashenow: Der Futterpflanzenbau im Kreise Nowousensk. 1907.

Böhmer: Ernte und Aufbewahrung der Futtermittel. Bibliothek des ,,Chosjain". Nr. 22.

Burchardt: Die Unkrautsamen der Kleesaaten. 1900.

Kabeschtow: Praktische Ratschläge für den Futterpflanzenbau.

Klingen: Die wehrlose Trespe (Bromus inermis Leyss). Monographie. Jb. d. Dep. f. Landw. **1907**.

— Futterpflanzen. 1.—3. Teil. 1908.

Koburn: Die Luzerne. 1908.

Kossowitsch: Die Kleemüdigkeit. Arb. d. landw. Labor. 4.

Kostytschew: Der Anbau der Futterpflanzen. 1895.

Sowetow: Über den Anbau der Futterpflanzen auf dem Felde.

Stebler: Rationeller Wiesenbau. Bibliothek des ,,Chosjain". Nr. 32.

— Grassamenmischungen.

— u. Schröter: Die besten Futterpflanzen. 1898.

Tretjakow: Ergebnisse des Poltawaer Versuchsfeldes. 3. Aufl. (Siehe ebenfalls die Berichte der anderen Versuchsinstitute.)

Werner: Handbuch des Futterbaues. 1907.

Wittmak: Die Samen der Futterpflanzen. Bibliothek des ,,Chosjain". Nr. 33.

Futterpflanzen: Text u. Album. Beilage zum ,,Chosjain" 1894.

Nachtrag zur 7. Auflage.

Alexandrow, N. N.: Der Luzernebau in Turkestan. 1925.

Alexejew, E. K.: Die Serradella. Versuchsstation Nowosybkow. 1920.

Blashko, I. S.: Maschinen zur Reinigung und Sortierung des Klees und der Luzerne. 1915.

Chrebtow, A. A.: Beiträge zur Kenntnis des echten Permer Rotklees. 1924.

Dmitrijew: Die Futterpflanzen in den Wirtschaften und den Versuchsstationen Nordamerikas. Jb. d. Dep. f. Landw. **1915**.

Gerken, S. S.: Fruchtfolgen für die bäuerlichen Wirtschaften des Moskauer Gebietes. 1926.

Golubew, N. P.: Das Lieschgras. 1927.

Konstantinow: Bericht der Versuchsstation Krassny-Kut für das Jahr 1919, 1922.

Konstantinow, P. N.: Der Steppengrasbau. Shitnjak, Luzerne, Sudangras. 1926.

— Der Shitnjak. 1923.

— Der Shitnjak und sein Anbau im Südosten im europäischen Rußland. ,,Unsere Wirtschaft" des deutschen Wolgagebietes. 1922.

Kulshinsky, S. P.: Kurze Ergebnisse des Versuchsfeldes. 1921.

Kuskow, P. W.: Der Anbau der Luzerne und der wehrlosen Trespe 1924. Landw. Bibliothek.

Lemus, W. I.: Wann muß der Klee gemäht werden. Arb. d. Zootechn. Stat. d. Moskauer Wirtschaftsinst. **1924**.

Lissizyn, P. I.: Der russische Kulturklee. Arb. d. Zuchtabt. d. Stat. Schatilowo. **1926**.

— Die Kultur des Saatklees. 1928.

Marionow, D. K.: Seide, Leinkraut, Wegerich und Sauerampfer als Schädlinge der Leguminosen. Jb. d. Dep. f. Landw. **1913**.

Mikus, W. F.: Die Kleereiber. 1925.

Molakow, L. I.: Das Lieschgras des Gouvernements Wologda. Beiträge zur Organisation und Kultivierung der Futterflächen. Jb. d. Dep. f. Landw. **1916**.

[1] Näheres siehe bei Puschkarew: Die Futterpflanzen im Dongebiet. 1927.

Morgan, E. Ewans: The life history of timothy. 1927.
Nowacki: Der praktische Kleegrasbau. 1919.
Puschkarew, N. I.: Die Futterpflanzen des Don-Gebietes. 1927.
Rosen, G. W.: Die Grundlagen des Futterpflanzenbaues zur Samengewinnung. Beiträge zur Organisation und Kultivierung der Futterflächen. Jb. d. Dep. f. Landw. 1913.
Stscherbakow, F. S.: Die Aussichten der Kleeforschung vom versuchsentomologischen Standpunkt aus. 1915.
Sworykin, P. P.: Arb. d. Zuchtabt. f. Futterpflanzen in Bekasowo. 1925.
Talanow, W. W.: Das Sudangras. Slg. „Nowaja Derewnja". 1922.
Trawin, I. S.: Die Züchtung des Rotklees auf der Versuchsstation Nossowka. 1927.
Wargin, W. N.: Vorschriften für den Anbau des Saatklees für die samenbauenden Bauern des Uralgebietes. 1928.
Wiener, W. W.: Die vielschlägigen Fruchtfolgen des Westgebietes (Weißrußland). 1925.
Worobjow, S. O.: Die wirtschaftlichen Aussichten der Futterfrage in der Ukraine. 1923.

Anhang.

Kulturpflanzen, die Geschmacks-, narkotische und Färbesubstanzen liefern.

Hier wollen wir einige Pflanzen betrachten, die teils narkotische, teils geschmackliche und teilweise Farbstoffe liefern (Tabak, Hopfen u. a.). In den früheren Auflagen dieses Buches bildeten diese Kulturpflanzen (vorzugsweise Hackfrüchte) die II. Gruppe, die sich an die Pflanzen der Brache (I.) anschloß. Weil aber die Pflanzen dieser Gruppe nur schwerlich als „Pflanzen des Feldbaues" bezeichnet werden können, so werden sie hier aus der allgemeinen Einteilung herausgenommen und im Anhang behandelt.

1. Der Tabak.

1. Allgemeines, Botanik, die wichtigsten Sorten.

Die krankhafte[1] und unhygienische Gewohnheit zu rauchen, welche die Menschen gewöhnlich schon durch Ansteckung im Schulalter zu lebenslänglichen Sklaven macht, bewirkt, daß auf dem Markt Waren zweifelhaften Gebrauchswertes auftreten, und zwingt die Menschheit, einen bedeutenden Teil

[1] Krankhaft erscheint dieses Bedürfnis in erster Linie in dem gleichen Sinne wie auch das Bedürfnis nach periodischen Morphiumeinspritzungen bei den Morphinisten und das Bedürfnis nach Alkohol bei den Alkoholikern; der pathologische Zug besteht in der Beschränkung der Willensfreiheit.

Ferner ist das Rauchen vom physiologischen Standpunkt aus betrachtet ein *naturwidriger* Vorgang, weil dabei die Lungen, die zur Ausscheidung der Kohlensäure bestimmt sind, gezwungen werden, anstatt dessen die Kohlensäure und andere Produkte der unvollständigen Verbrennung und Trockendestillation, die mit Nikotindämpfen gemischt sind, aufzunehmen. Die Unsauberkeit und das antisoziale Verhalten der Raucher gegenüber der Gesellschaft besteht darin, daß sie die Luft, welche die anderen einatmen, verderben. Am deutlichsten macht sich dieser Übelstand in Rußland bemerkbar, wo die Menschen den größten Teil des Jahres in geschlossenen Räumen zubringen und wo die ungenügende Nutzung der frischen Luft auch so schon einen genügenden Boden für die Tuberkulose bereitet. Diejenigen wilden Völker, von denen wir das Rauchen übernommen haben, wohnten unter freiem Himmel; außerdem war bei ihnen nach vorhandenen Überlieferungen das Rauchen nicht allgemeinüblich; z. B. nahmen nur Wahrsager Zuflucht zum Rauchen, womit wahrscheinlich auch einer der Namen des Tabaks — „Herba santa" — zusammenhängt.

Besonders unerträglich ist das Rauchen bei den zahlreichen und langdauernden Abendsitzungen, mit denen in Rußland leider soviel Mißbrauch getrieben wird, wenn in der durchräucherten Atmosphäre zwangsweise die Grenze zwischen Raucher und Nichtraucher verwischt wird. — Alle sind gezwungen, den Tabakrauch einzuatmen, der auf die Nichtraucher stärker einwirkt als auf die chronischen Raucher, indem er eine unangenehme Bitterkeit auf der Zunge hervorruft, den Hals reizt, die Augen entzündet, Herzklopfen und einen unruhigen häufig unterbrochenen Schlaf während der auf solche „Zwangsberäucherungen" folgenden Nacht verursacht. Aber genau so wie „der Satte den Hungrigen nicht versteht" (russisches Sprichwort), so versteht auch der Raucher oft nicht, *daß er den Nichtraucher vergewaltigt*, der keine Mittel besitzt, sich gegen das Eindringen des Tabakrauches in die Lungen zu schützen.

der besten Böden dem Getreidebau zu entziehen, um sie mit Pflanzen zu bestellen, die ihrem Wesen nach schädlich sind.

Der Tabak (Nicotiana tabacum L. und andere Arten) ist eine 1jährige Pflanze aus derselben Familie der Solanaceae wie auch die Kartoffel, aber aus einer anderen Gruppe dieser Familie, weil hier die Frucht eine Kapsel ist, die von einer großen Zahl kleiner Samen erfüllt wird (keine Beere wie bei der Kartoffel). Mit der Kartoffel besitzt aber der Tabak eine gemeinsame Heimat; auch das Auftreten beider Pflanzen in Europa fällt beinahe in dieselbe Zeit. Der Tabak wurde in Europa zum ersten Male im Jahre 1550 von Jean Nicot angebaut, der französischer Gesandter in Lissabon war; seinem Familiennamen verdankt auch der Tabak seinen Artnamen.

Das Wort „Tabak" rührt von einer besonderen Pfeife her (Tabaccos), die von den Eingeborenen in der Heimat des Tabaks benutzt wurde; diese rauchten, indem sie den Rauch durch die Nase einzogen.

Nicot machte Paris mit der neuen Pflanze bekannt; von dort verbreitete sich der Tabak mit den französischen Moden und Sitten auch nach den übrigen Ländern[1]. Anfangs wurde aber der Tabak als Heilmittel angesehen. Erst geraume Zeit später verbreitete sich die Sitte des Rauchens; die Kriege mit ihrer bedeutenden Verschiebung von Soldaten und Matrosen, die eifrige Raucher waren, begünstigten stark die Verbreitung des Rauchens unter der Bevölkerung Europas. Im Gegensatz zur Kartoffel wurde der Tabak sowohl von den weltlichen als auch von den geistlichen Behörden zu Beginn seiner Verbreitung verfolgt. Trotz alledem dauerte die Verbreitung des Tabaks fort, und bereits gegen Ende des 17. Jahrhunderts hatte sich der Tabak eine Stelle in der Feldkultur Süddeutschlands und Hollands erobert. In Rußland ist der Tabak seit Ende des 16. Jahrhunderts bekannt; aber seine Verbreitung faßte erst seit den Zeiten *Peters des Großen* festen Fuß. Heute wird der Tabak in einigen Ländern in riesigen Ausmaßen angebaut. Die größte Fläche nimmt diese Kultur in den Vereinigten Staaten Nordamerikas ein (etwa 330000 ha); in Europa (im ganzen etwa 220000 ha) nimmt Rußland[2] im Tabakbau die erste Stelle ein mit etwa 60000 ha.

Die große Vielseitigkeit der Formen des Kulturtabaks und die Mitwirkung von Kreuzungen an ihrer Entstehung macht es nicht leicht, die Grenzen zwischen den Arten, Varietäten und noch mehr zwischen den weiteren Unterabteilungen zu ziehen. Ohne dieses Streitgebiet zu berühren, wollen wir bemerken, daß zuerst Formen mit der Bezeichnung „Nicotiana tabacum" (Tabak im engeren Sinne) von Nicotiana rustica, welchen man als einfachen, russischen oder Bauerntabak bezeichnet (Machorka usw.), unterschieden werden. Nicotiana tabacum besitzt rosa und rote Blüten, während Nicotiana rustica gelbe oder gelblichgrüne Blüten hat. Der Kelch ist beim echten Tabak ziemlich lang. Die Kelchblätter sind zugespitzt. Beim einfachen Tabak ist der Kelch kürzer, die Kelchblätter rund. Die Blätter sind bei Nicotiana tabacum lanzettlich zugespitzt, ihre Oberfläche ist glatt oder nur leicht gerunzelt; bei Nicotiana rustica sind die Blätter rund oder eiförmig und stumpf, stark gerunzelt oder wellenförmig. Die Samen von Nicotiana tabacum sind sehr klein und hellbraun. Bei Nicotiana rustica sind sie verhältnismäßig größer.

Zu *Nicotiana tabacum* gehören wertvollere *Sorten*, die zur Zigarren- und Zigarettenherstellung Material liefern. Hier haben wir es mit einer großen Vielseitigkeit der Formen zu tun, deren botanische Einteilung um so schwieriger ist, weil *„alle Kultursorten des Tabaks Kreuzungsprodukte zweier oder noch mehr typischer Arten sind"* (Comes).

[1] Siehe Näheres bei Comes: Histoire, géographie, statistique du tabac. Naples 1900.
[2] Siehe Egis: Der Tabakbau in Rußland. Jahresschriften d. Dep. f. Landw. 1907.

Nach Comes gibt es sechs solche Arten:

virginica	fruticosa
havannensis	lancifolia
macrophylla	brasiliensis.

Die ersten drei haben ein angenehmeres Aroma (besonders havannensis) und einen süßlicheren Geschmack (besonders macrophylla); die anderen drei zeichnen sich durch höheren Nikotingehalt und durch eine besondere Stärke aus. Fruticosa war früher eine Spezialart für starke Schnupftabake. Von den morphologischen Merkmalen nimmt Comes die Blattform als Grundlage zur Einteilung von Nicotiana tabacum in die obengenannten 6 Arten.

So sind bei *Var. virginica* die Blätter sitzend („oval, zugespitzt, geigenförmig, d. h. unten eingezogen"). Die Seitennerven gehen vom Hauptnerv unter einem spitzen Winkel ab. Als Heimat des virginischen Tabaks wird das Gebiet des Orinoko oder des Amazonenstromes angesehen, von wo dieser Tabak im Jahre 1616 durch die Engländer nach Virginien eingeführt wurde. Es gibt Arten, die dunklen und hellgelben Tabak liefern (Virginia dark und Virginia bright). Beim Verpflanzen der Kultur in andere klimatische Verhältnisse ändern sich die Eigenschaften des virginischen Tabaks wesentlich, aber die Nikotinbildung geht bei dieser Art immer energischer vor sich als bei macrophylla und havannensis.

Var. havannensis hat geigenförmige, elliptische, sitzende Blätter, sie hängen etwas herab und haben große Blattöhrchen, die fast rechtwinklig gestellt sind. Die Seitennerven sind abwechselnd angeordnet und gehen von der Hauptader unter einem größeren Winkel ab als bei Var. virginica. Die Heimat der Var. havannensis ist Mexiko, von wo ihre Samen durch die Spanier nach San Domingo im Jahre 1535 und nach Kuba im Jahre 1580 eingeführt wurden. Bei der Kultur in den tropischen Ländern überflügelt diese Art alle anderen durch ihr Aroma, aber je weiter entfernt sie von den Tropen angebaut wird, um so mehr verliert der gewonnene Tabak an Aroma; indessen erhöht das Vorhandensein des „Blutes" der Var. havannensis das Aroma der Kreuzungssorten des gemäßigten Klimas.

Var. macrophylla. Die großen Blätter sind sitzend angeordnet (mit herabhängenden Kanten), oft traubenförmig. Die Blattöhrchen sind sehr klein oder fehlen ganz. Die Seitennerven sitzen einander gegenüber, fast senkrecht zur Hauptader und sind gebogen; der Rücken zeigt nach oben. Die Blätter dieser Art können die größten Ausmaße erreichen; sie können aber auch klein bleiben, so daß sie die kleinsten Blätter darstellen, die überhaupt bekannt sind, „wie man dies bei den auf der Balkanhalbinsel angebauten Tabaksorten sehen kann, und zwar bei denen, in denen die Var. macrophylla vorherrscht". Diese Art liefert „unter gleichen Verhältnissen süßere und weniger starke Tabaksorten".

Var. fruticosa. Ihre Blätter besitzen einen geflügelten Stiel. Diese Art fanden die Spanier in Mexiko im Jahre 1514 bereits kultiviert vor. Sie gelangte nach Italien und nach Frankreich; die Portugiesen führten dann im Jahre 1616 ihre Samen nach Indien und Japan ein, von wo sich ihre Kultur nach China und Java verbreitete. Diese Art übertrifft alle anderen an Nikotingehalt. Ebenso wie die beiden restlichen Arten (lancifolia und brasiliensis) bildet Var. fruticosa einen Bestandteil vieler Kultursorten des Tabaks, die als Polyhybriden anzusehen sind. Indem man den Beteiligungsgrad des einen oder anderen Verwandten ändert, kann man die Qualität des Tabaks beeinflussen. Charakteristisch ist folgender Gedankengang von Comes: „Ein typisches Tabakprodukt würde in der Zusammensetzung von brasiliensis, macrophylla und havannensis entstehen, wobei die erste Art dem Produkt speziell das Gewicht, die zweite den guten Geschmack und die dritte das feine Aroma verleihen würde. Dies ist die Ursache für das Überwiegen der Sorten, die eben auf diese Weise zusammengesetzt sind[1]."

Die bei uns angebauten *Tabacumsorten* sind vorzugsweise unseren Nachbarländern entnommen und nicht unmittelbar dem tropischen Amerika, wo der Ursprungsherd der Tabakskultur liegt. So werden in der Krim Zigarettentabaksorten angebaut, die aus Mazedonien stammen (Sorten der Var. macrophylla). Zu diesen Sorten gehört nicht nur der *Dübek*, sondern auch der *„American"* trotz seines Namens. In Wolhynien und Podolien wird ein *„beßarabischer" Tabak* angebaut, der mit ungarischen Sorten verwandt sein soll. Auf dem Ostufer des Schwarzen Meeres werden Sorten angebaut, die aus Kleinasien stammen, wie *Samsun, Trapezunt* und einige Sorten, die von letzteren abstammen.

[1] Comes: Delle razzi dei Tabacchi. Napoli 1905.

Der *Dübek* hat stiellose, ovale und dünne Blätter. Bei richtiger Trocknung nehmen sie eine goldene Farbe an. Die Erträge dieser Sorte sind nicht hoch; aber sie liefert den besten Zigarettentabak, der wegen seines Aromas hoch bewertet wird, wenn sie nicht auf fetten Böden gebaut wird. Die Sorte „*American*" ist ertragsreicher als der Dübektabak; mit den amerikanischen Zigarrensorten des Virginicatabaks hat sie nichts gemeinsam. Zu derselben Gruppe gehört auch die Sorte *Persotschan* mit gestielten Blättern, die größer und dicker sind als beim Dübektabak; diese Sorte ist weniger aromatisch. Unter dem Namen „*Macedon*" wird am Kuban ein Tabak angetroffen, der noch am Stengel zur Reifezeit eine zitronengelbe Farbe erlangt; bei der weiteren Bearbeitung und Aufbewahrung wird er aber dunkel oder nimmt eine rötlichbraune Farbe an. Die Qualität dieses Tabaks ist gering (Tschubkow).

Zum Unterschied von der in der Krim vorherrschenden Gruppe des Dübektabaks mit stiellosen Blättern werden im Kaukasus in erster Linie Sorten mit gestielten Blättern angebaut.

Hierher gehört die Sorte *Samsun*, die aus dem Gebiet der Stadt Samsun (Türkei) zu uns gelangte. Sie wird vorzugsweise in Abchasien angebaut; vor allem wird die Sorte Samsun von den Suchunplantagen geschätzt. „Der Samsuntabak gedeiht auf nicht schweren Böden mit Beimischung von Konglomeraten, auf humosen Karbonatböden, bei erhöhter Lage der Plantage oder am südlichen Abhang" (Tschubkow). Am Kuban ist der Samsun wenig verbreitet.

Die Sorte *Trapezunt* ist weniger anspruchsvoll an Boden und Lage der Plantage als der Samsuntabak. Sie kann auf leichten sandigen Böden und lehmigen Sanden gebaut werden und liefert dabei leichten Tabak, der zur Milderung stärkerer Sorten bei der Herstellung von Mischungen dient.

Aber unter anderen Verhältnissen kann dieselbe Sorte sehr starken Tabak liefern. So wurde in einer Probe 5,7 % Nikotin gefunden (Klutscharew).

Man unterscheidet eine Sorte Trapezunt von Platan, die an der Schwarzmeerküste verbreitet ist, von der Sorte Trapezunt, die am Kuban angebaut wird. Letztere entwickelt mehr Blätter, die dabei eine etwas andere Form zeigen als diejenigen der Sorte von Platan.

Die Sorte *Tykkulak* (oder *Dikkulak*) ist blattreicher; ihre Blätter sind länger als bei den vorher angeführten Sorten. Sie liefert einen leichteren Tabak, aber ohne das Aroma wie der Samsuntabak. Der Tykkulak kann auf fruchtbareren Böden, in Flußtälern und auf Böden angebaut werden, wo für die Sorte Trapezunt der Boden bereits zu fett ist, weswegen sie grob wird. Aber auf reichen Schwarzerdeböden liefert auch der Tykkulak einen schlechten Tabak (Tschubkow).

Die angeführten Sorten der Krim und des Kaukasus gehören sämtlich zu den Zigarettentabaksorten. Der Anbau der *Zigarrensorten* wird bei uns wenig betrieben. In kleinen Mengen wird dieser Tabak in den Gouvernements Tschernigow, Orel und Samara gebaut (virginischer Tabak Gundi).

Von den Arten des *einfachen Tabaks* (Nicotiana rustica) wird ebenfalls z. B. die hochwüchsige Sorte *Machorka* von der niedrigwachsenden Sorte, die stellenweise „Sidun" („der Sitzende") genannt wird, unterschieden. Ferner sind Unterschiede in Farbe, Form und Dichte der Beblattung vorhanden. So spricht man von einer grünen, blauen und sogar schwarzen Machorka (Kotelnikow), wobei dadurch die krasse Intensität der Blattfarbe, die bei einigen Sorten dunkelblaugrün ist, hervorgehoben wird. Unter dem Namen „*Bakun*" werden hochwachsende Formen mit dunkelgrünen matten (und nicht glänzenden, wie bei anderen Formen) Blättern, die nach dem Blattansatz hin verbreitert sind, unterschieden (Lomonosow). Zu Nicotiana rustica gehören ebenfalls der „Amersforter" Tabak[1] und der ungarische Muskatellertabak und einige andere bei uns vorkommende Sorten.

2. Chemische Zusammensetzung des Tabaks.

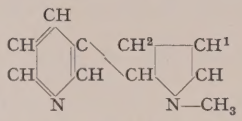
Die frischen Tabakblätter und die zum Gebrauch fertiggestellten unterscheiden sich sehr stark in ihrer Zusammensetzung. Diese Veränderung in der

[1] Von der Stadt Amersfort in Holland. Zur Zeit *Peters des Großen* waren die holländischen Sorten bei uns offenbar bekannter, und der Amersforter Tabak wurde im Volksmund zu „Machorka".

Zusammensetzung wird durch die Vorbereitungsmaßnahmen der Trocknung und Gärung hervorgerufen. Die *Trockensubstanz der Blätter* besteht nach NESSLER im Durchschnitt aus 80% organischen Verbindungen und 20% Asche. Als charakteristischer Stickstoffbestandteil des Tabaks tritt das Alkaloid *Nicotin* auf, eine ölige, farblose Flüssigkeit, die in Alkohol, Äther und Wasser löslich ist. An der Luft oxydiert das Nicotin, verfärbt sich und bekommt den scharfen Tabakgeruch. Der Nicotingehalt schwankt zwischen Bruchteilen eines Prozentes bis zu 5% (und sogar 8%). Diese Schwankungen hängen wesentlich von der Sorte ab, wobei sich seit den Untersuchungen von NESSLER herausgestellt hat, daß die groben Sorten oft mehr Nicotin enthalten als die zarten.

Die Bedeutung des Nicotins für den Tabak kann man mit der Bedeutung des Alkohols in den Weintrauben vergleichen; es darf nicht zuviel davon vorhanden sein; ohne Nicotin kann das Produkt kaum seinen Namen behalten, obgleich in Deutschland im Verkauf Tabakerzeugnisse umlaufen mit der Aufschrift „nicotinfrei". Was völlig unklar bleibt, ist die Bedeutung des Nicotins für das Leben der Tabakpflanze selbst[1].

Nach seinem Bau stellt das Nicotinmolekül eine Kombination eines Pyridin- und Pyrrolkernes vor:



Außer dem Nicotin sind im Tabak in geringen Mengen einige dem Nicotin nahestehende Stoffe enthalten, wie Nicotimin, Nicotein, Nicotellin u. a. m.[2].

So fand NESSLER in einer wertvollen Sorte (Havanna) 0,62%, in einer der groben Sorten, des badischen Tabaks, aber 3,36%. In den Tabakblättern ist das Nicotin an organische Säuren gebunden. Der Nicotingehalt schwankt ebenfalls innerhalb einer Sorte stark, je nach den Kulturverhältnissen, wie wir weiter unten sehen werden.

Das *Nicotin* ist eins der stärksten Gifte. Eine starke Zigarre enthält eine größere Nicotinmenge, als erforderlich wäre, um den Tod eines Menschen herbeizuführen. Wenn das Rauchen keine solchen starken Folgen hat, so wird dies dadurch erklärt, daß hierbei nicht alles Nicotin in den Organismus gelangt, und daß sich der Organismus allmählich an das Gift gewöhnt. Bringt man einige Nicotintropfen im Zimmer zum Verdunsten, so wird die Luft zum Atmen ungeeignet. Ebenfalls ist der Geschmack selbst schwacher Nicotinlösungen außerordentlich scharf und ätzend. DWORSCHAK und HEINRICH beobachteten an sich die Wirkung allmählich wachsender Nicotindosen beim Einnehmen. Sogar verschwindend kleine Dosen erzeugen ein brennendes Gefühl im Munde, ein Kratzen im Halse, eine verstärkte Speichelerzeugung; bei leichter Steigerung der Dosis Kopfschmerzen und Schwindel; weiterhin Schläfrigkeit, undeutliches Sehen und Hören bei starker Lichtempfindlichkeit, schnelleres und erschwertes Atmen. Bei großen Dosen (als solche sind hier 0,003—0,004 g anzusehen) tritt eine außergewöhnliche Schwäche und Müdigkeit (nach 40 Minuten) auf, Blässe des Gesichtes, Erkalten der Gliedenden, das schließlich auch auf den Körper übergeht, Ohnmachtsanfälle, Übelkeit, Magenblähungen und Darmstörungen. Offenbar ist der Organismus bestrebt, sich durch vorhandene Mittel und Wege des Giftes zu entledigen. Zu

[1] Siehe KURT MOTHES: Das Nicotin im Stoffwechsel der Tabakpflanze. Planta 5, Heft 4 (1928).

[2] Eine kurze Übersicht über die Methoden der Nicotinbestimmung ist im Buche von A. A. SCHMUCK: Die chemische Zusammensetzung des Tabaks und die Methoden seiner Erforschung, Krassnodar 1924, enthalten. Außerdem siehe SCHMUCK: Die Alkaloide des Tabaks. 1928.

Beginn der 2. Stunde nach dem Einnehmen wurden Zittern der Gliedmaßen und Krämpfe beobachtet, ein Jucken der Handflächen. Nach 3 Stunden Abnahme dieser Erscheinungen bei fortdauernder Schwäche und Schläfrigkeit. Weiterhin 2tägiges Unwohlsein und andauernder Widerwille gegen Tabakrauchen.

Schwächere Fälle einer zeitweisen Nicotinvergiftung erinnern an die Erscheinungen der Seekrankheit (z.B. bei den Raucheranfängern). Die Erscheinungen einer chronischen Vergiftung sind komplizierter[1].

Der Tabakrauch ist nicht nur für Tiere schädlich, sondern auch für Pflanzen, wie Molisch zeigte. Bringt man eine Pflanze unter eine Glasglocke und führt man Tabakrauch ein („drei Züge" Zigarettenrauches auf eine Glocke von 4—7 l), so tritt in vielen Fällen nach 24—48 Stunden ein Abfallen der Blätter ein, während die Kontrollpflanzen (in reiner Luft) ihre Blätter behalten. Besonders deutlich zeigte sich dies bei Mimosa pudica, Syringa vulgaris, Robinia pseudoacacia, Amorpha fruticosa und Caragana arborescens. Ebenso bleiben die Triebe verschiedener Pflanzen in ihrem Wachstum unter der Einwirkung des Tabakrauches fast stehen, vor allem solche, die im Dunkeln wachsen. Aber auch bei Beleuchtung zeigt sich die schädliche Wirkung, obgleich sie manchmal auch nicht so stark ist. Da Nicotindämpfe an sich nicht die Summe an Erscheinungen hervorrufen, die der Tabakrauch verursacht, so muß man annehmen, daß letzterer außer dem Nicotin auch noch andere Substanzen enthält, die auf das Plasma schädlich einwirken[2].

Die schädliche Wirkung und die Stärke des Tabaks hängen nicht nur von seinem Nicotingehalt ab, wie man annehmen könnte (eine betäubende Wirkung hat jeder Rauch; dies zeigt z. B. das Beräuchern der Bienen), sondern auch in bedeutendem Maße von den *Umwandlungsprodukten der anderen organischen Bestandteile* der Blätter, wie Eiweiß, Kohlehydrate und Fett (genauer der Bestandteile des Ätherextraktes), die, indem sie beim Brennen des Tabaks teilweise einer *Trockendestillation* unterworfen werden, verschiedene Produkte liefern, welche das Aroma verschlechtern und die Stärke des Tabaks erhöhen, wobei der Charakter dieser Produkte von der mehr oder weniger großen Leichtigkeit der Verbrennung und von mehr oder weniger großem Luftzutritt abhängt. Neben den Produkten der Trockendestillation, die sich kondensieren können, enthält der Tabakrauch auch *Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Kohlenoxyd* und nach einigen Autoren *Blausäure*. Die Menge dieser Substanzen ist natürlich schwankend, aber Kohlenoxyd ist sehr stark enthalten. Mollner fand im Tabakrauch 14 % Kohlendioxyd (CO_2) und 11,5 % Kohlenoxyd (CO); für Schwefelwasserstoff (H_2S) werden 0,03 %, für Blausäure (HCN) 0,008—0,08 % angegeben. Auf diese Weise ist der Gehalt an Kohlenoxyd sehr hoch. In letzter Zeit ist noch ein schädlicher Bestandteil im Tabakrauch gefunden worden — Methylalkohol (Neuberg). Die Menge an Nicotin, das unzerstört in die Bestandteile des Rauches übergeht, ist ziemlich groß. Es tritt aber die Frage auf, welcher Teil davon in die Lunge gelangt. Bei den Versuchen von Habermann mit Zigarren wurden folgende Resultate erhalten. Beim Rauchen sind mit dem Rauch 16 % des gesamten Nicotins eingeatmet worden, zerstört und in der Luft geblieben waren 44 %, im Zigarrenstummel 36,2 %, in der abgeschnittenen Spitze 3,6 %. Jedenfalls erscheint das Nicotin infolge seiner erwähnten Eigenschaften als ein Bestandteil, dessen Anwesenheit in größeren Mengen völlig unerwünscht ist. Die Hygieniker schlagen eine Maßnahme vor, damit der in den Handel gelangende Tabak nicht mehr Nicotin enthält als eine gewisse Norm, z. B. 1 % für die Zigarettentabaksorten, wobei sie davon ausgehen, daß ein Gehalt über 1 % nicht einmal von gewohnten Rauchern geschätzt wird, dieser Überfluß infolgedessen nur schadet und

[1] Siehe Kissling: Die chronische Vergiftung und die Nicotinpsychose. Handb. d. Tabakkunde.

[2] Siehe Molisch: Über den Einfluß des Tabakrauches auf die Pflanze. Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien. 1911.

dem Raucher gar keine Befriedigung bietet[1]. Es wurde z. B. vorgeschlagen, den Tabak auszulaugen oder zu erwärmen. Es ist aber schwer, das Nicotin zu entfernen, ohne die übrigen erwünschten Bestandteile der Blätter mit zu entfernen und ohne die Qualität des Tabaks herabzusetzen. So erhält der angefeuchtete Tabak beim Trocknen leicht einen unangenehmen Geruch. Das Erwärmen der Blätter zur Entfernung des Nicotins hat ebenfalls unerwünschte Veränderungen in der Zusammensetzung der Blätter zur Folge. Die dabei entstehende Zersetzung zieht die Bildung einiger Produkte nach sich, die dem Tabak einen unangenehmen Geschmack verleihen. Von den Maßnahmen zur Herabsetzung des Nicotingehaltes in den Tabakblättern sind die Kulturmaßnahmen, die zu demselben Ziele führen, viel wirkungsvoller; außerdem ist der Weg der Züchtung des Tabaks zur Herabsetzung des Nicotingehaltes noch völlig unerforscht. Was die Fabrikverarbeitung anlangt, so kann hier eine Mischung der an Nicotin zu reichen Sorten mit solchen stattfinden, in denen der Nicotingehalt das zugelassene Maß noch lange nicht erreicht. Aus den obenstehenden Ausführungen ergibt sich aber deutlich, daß man die Schädlichkeit des Rauchens völlig unrichtig nur auf die Schädlichkeit des Nicotins zurückführt. Wenn sogar das Nicotin kein Gift wäre, so würde das Rauchen dennoch schädlich sein, denn das Einatmen jeglichen Rauches ist schädlich. Das Nicotin verstärkt nur noch den Schaden durch das Einatmen des Rauches.

Im allgemeinen erscheint der Tabak, weil er die Tätigkeit der Lunge schwächt, als ein *Verbündeter der Tuberkulose*. Besonders in Rußland bei den langen Wintern, bei den doppelten Fensterrahmen und der damit verbundenen schlechten Ventilation der Häuser muß die noch ungünstigere Wirkung der durch den Tabakrauch verdorbenen Luft auf die Lunge mehr denn irgendwo anders beachtet werden, und dies nicht nur bei den Rauchern selbst, sondern auch bei allen, die mit ihnen zusammenwohnen. Der nicht vollendete Organismus des Kindes muß vor allem vor dem Einatmen des Tabakrauches geschützt werden; überhaupt muß der Kampf gegen das Rauchen vor allen Dingen unter dem Gesichtspunkte des Schutzes der Kinder gegen die Ansteckung mit der Nicotinomanie bestehen, die gewöhnlich als Spaß anfängt und mit einer völligen Versklavung für das ganze Leben endet, noch früher, bevor der Mensch erwachsen ist und bewußt anfängt, seine Taten zu prüfen.

Von den anderen Stickstoffsubstanzen, wie *Eiweiß, Amido-Verbindungen, Ammoniak und Salpetersäure* ist in den frischen Tabakblättern Eiweiß in großen Mengen enthalten, in geringeren Mengen Amido-Verbindungen und Salpeter; in den getrockneten und gegorenen Blättern tritt Ammoniak (0,5 %) auf als Ersatz für den verschwindenden Salpeter; auch vergrößert sich wesentlich die Menge der Amido-Verbindungen auf Kosten der Eiweißarten. Im ganzen bildet der Stickstoff in Form dieser Verbindungen im Durchschnitt etwa 4 % der Trockensubstanz. Die Schwankungen im Nicotingehalt sind sehr groß: von 8—9 %. Wie aber schon weiter oben gesagt wurde, ist der Nicotingehalt noch keineswegs ein Maßstab für den Wert des Tabaks. Sogar umgekehrt, im allgemeinen enthalten die besten Sorten weniger Nicotin, die billigen, aber groben Sorten, mehr. Es folgen *Analysen von Zigarettentabak* verschiedener Bewertung:

	Nicotin %	Gesamtstickstoff %	Summe der Kohlehydrate %
Beste Sorte	1,59	1,88	23,9
Gute Sorte	1,61	1,82	21,9
Mittlere Sorte . . .	2,23	2,30	15,4
Schlechte Sorte . .	2,49	2,41	12,1

Machorkatabak ist noch nicotinreicher als die schlechten Sorten des Zigarettentabaks.

[1] Siehe z. B. die Arbeit von Winterstein und Aronson in der Z. Hyg. 1927, 487.

Neben der Einwirkung der Tabaksorte, des Bodens und der Düngung ändert sich der Nicotingehalt auch mit dem *Alter des Tabakblattes*, und zwar, je älter das Blatt ist, um so mehr Nicotin enthält es. Außerdem enthalten die oberen Blätter derselben Pflanze bei gleichzeitiger Untersuchung mehr Nicotin als die unteren Blätter. Diese Verhältnisse sind aus folgender Tabelle ersichtlich.

	Beim Pflanzen	Nach Tagen									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Mittlere Pflanzen enthalten % Nicotin	0,8	0,9	1,3	1,4	1,5	1,7	2,1	2,9	3,6	4,3	4,9
Obere Blätter ,,	—	—	—	—	—	1,6	2,1	3,1	3,9	4,7	5,3
Mittlere Blätter ,,	—	—	—	—	—	1,5	2,2	2,7	3,5	4,0	4,6
Untere Blätter ,,	—	—	—	—	—	1,8	2,0	2,3	2,8	3,2	3,3

Wenn vom Nicotin in erster Linie die Stärke des Tabaks im Sinne einer Wirkung auf die Nerven abhängt, so steht die sog. *Geschmacksstärke* des Tabaks in komplizierterer Abhängigkeit von einer Reihe Tabakbestandteilen, abgesehen von Nicotin und seinen begleitenden Pyridinbasen. Hierauf können noch Ammoniak und flüchtige Fettsäuren einwirken. Die Bitterkeit des Tabakrauches hängt ebenfalls, wie bereits bemerkt wurde, von den Eiweißsubstanzen im Tabakblatt ab; außerdem wirken hierbei auch die Verhältnisse der Verbrennung mit, wovon weiter unten die Rede sein wird.

Die *Stickstoffverteilung unter den verschiedenen Verbindungsgruppen* ist für die frischen Blätter derselben Pflanze aber verschiedenen Alters nicht die gleiche, um so mehr bei den verschiedenen Wachstumsverhältnissen und den verschiedenen Verarbeitungsmethoden. Die *Einwirkung des Alters* ist z. B. aus folgenden Ergebnissen des Tabakinstitutes in Kraßnodar ersichtlich (Arbeiten von Krews):

	In 100 Teilen getrockneten Tabaks					
	Gesamtstickstoff	Eiweißstickstoff	Nitratstickstoff	Ammoniakstickstoff	Nicotinstickstoff	Amidstickstoff
1. Stecklinge (2. Mai) . . .	3,26	2,42	0,246	0,129	0,092	0,376
2. Blätter u. Stengel (4. Juni)	4,46	3,25	0,363	0,170	0,210	0,498
3. Blätter (15. Juni) . . .	4,83	3,72	0,529	0,164	0,189	0,225
4. Blätter (17. Juli) . . .	4,43	3,20	0,734	0,156	0,297	0,043
5. Blätter (20. August) . .	3,03	1,91	0,239	0,280	0,431	0,169

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, daß die Menge an Gesamtstickstoff und ebenfalls an Eiweiß- und an Nitratstickstoff mit dem Alter zunimmt, indem sie ein gewisses Maximum, im gegebenen Fall Mitte Juni, erreicht; im August dagegen erfolgt ein gewisses Sinken der Stickstoffmenge in diesen Rubriken, die Stickstoffmengen an Ammoniak und Nicotin aber wachsen die ganze Zeit.

Die *Eiweißmenge* wird beim Verarbeitungsprozeß des Tabaks geringer, und je weniger Eiweiß man bei der Analyse der in den Handel gelangenden Tabaksorten findet, um so günstiger ist dies für ihre Bewertung, weil die Eiweißstoffe beim Verbrennen und bei der Trockendestillation unangenehm riechende Produkte ergeben, von denen auch die Bitterkeit des Tabakrauches abhängt. Dementsprechend werden z. B. folgende Angaben für die verschiedenen Sorten beobachtet[1]:

[1] Krews: J. exper. Landw. 1916.

	Gehalt an Eiweißstoffen %		Gehalt an Eiweißstoffen %
Machorka (Gouvernement Woronesh)	16,37	Trapezunt (Kuban)	9,22
Machorka (Gouvernement Tschernigow)	13,56	Samsun (Suchum)	9,30
		Dübek	7,79
		Nordkarolina	6,32

Die *Salpeteransammlung in den Blättern* wird zum Teil vielleicht dadurch bedingt, daß durch die Entfernung des oberen vegetativen Teiles der Pflanze und der Achseltriebe (die gewöhnlichen Pflegemaßnahmen) der Nahrungsverbrauch der Pflanze herabgesetzt und die weitere Umwandlung der Nitrate verlangsamt wird. Indessen dauert aber der Nitratzufluß zu den Blättern fort, und auf diese Weise sammelt sich der Salpeter in den Blättern von 0,1—1 %, je nach der Tabaksorte, an. Aber es stellte sich heraus, daß der Tabak auch vor dem Entfernen der Gipfel eine bedeutende Menge ungenutzter Nitrate enthalten kann, jedenfalls auf stickstoffreichem Boden. Nach den Ergebnissen des Institutes Kraßnodar änderte sich der *Stickstoffgehalt an Nitraten mit dem Alter der Pflanzen* wie nebenstehend (bei Umrechnung auf Trockensubstanz).

	Junge Pflanzen %	Pflanzen in der Blüte %
Wurzel	0,178	0,037
Stengel	0,614	0,270
Blätter	0,284	0,179

Auf Böden der Waldregion dagegen oder überhaupt auf weniger fruchtbaren, nicht stark gedüngten Böden ist der Nitratgehalt bedeutend niedriger.

Die Nitrate, soweit sie auch im fertigen Tabak enthalten sind, tragen zu der Fähigkeit des Tabaks ebenfalls bei zu brennen (glühen), ohne zu erlöschen. Von den *stickstofffreien Substanzen* kommt in frischen Tabakblättern *Rohfaser* vor, die bei gleichmäßiger Verteilung nicht als unerwünschter Bestandteil des Blattes betrachtet wird, weil sie eine bessere Verbrennung des Tabaks begünstigt. Gewöhnlich ist die Rohfaser zu etwa 10 % enthalten, wobei ihre Menge in dem Tabak höher ist, der einer Fermentation unterzogen wurde. Jedoch solche Entwicklung der Rohfaser, die sich in einer starken Ausbildung der Blattnerven ausdrückt, ist unerwünscht, vor allem beim Zigarrentabak, wo eine möglichst große Gleichförmigkeit möglichst großer Blatteile angestrebt wird. Die stickstofffreien Extrakstoffe sind im frischen Blatt hauptsächlich durch *Stärke* vertreten; die verarbeiteten Blätter enthalten aber in der Regel keine Stärke mehr; anstatt dessen sind sehr viel lösliche Kohlehydrate vorhanden. So fand Müller-Thurgau im frischen Blatt 30—40 % Stärke (von der Trockensubstanz) und nur 0,8—1,2 % löslichen Zucker. Der auf gewöhnliche Art verarbeitete Tabak kann aber bei Fehlen der Stärke 10—17 % lösliche Kohlehydrate enthalten, in deren Menge Hexosen, zum Teil auch Pentosen, Disaccharide und Polysaccharide (Dextringruppe) enthalten sind. Der Gehalt an *löslichen Kohlehydraten* hat bei der Bewertung des Tabaks durch die chemische Analyse eine gewisse Bedeutung, weil je stärker auch diese Gruppe vertreten ist, um so höher im allgemeinen die Qualität des Tabaks liegt. Da die verbrennenden Kohlehydrate nicht direkt auf die aromatischen Eigenschaften des Tabakrauches einwirken, so muß man hier auf das Bestehen einer indirekten Verbindung schließen. Charakteristisch ist schon der Umstand, daß gewöhnlich um so weniger Eiweißarten vorkommen, je mehr Kohlehydrate vorhanden sind und umgekehrt.

Weil unter der Menge der Kohlehydrate in diesem Fall die Menge der reduzierenden Substanzen im Wasserauszug verstanden wurde, so kann man die Verbindung der Qualität des Zigarettentabaks nicht mit den Kohlehydraten selbst, sondern mit den in den Wasserauszug übergehenden Substanzen der aromatischen Reihe, die reduzierende Eigenschaften besitzen, vermuten.

Als Beispiel dieser *Schwankungen des Gehaltes an Kohlehydraten* in Verbindung mit der Bewertung des Tabaks wollen wir folgende Ergebnisse aus den Analysen des Institutes Krassnodar anführen:

	Prozent der löslichen Kohlehydrate		Prozent der löslichen Kohlehydrate
Dübek (von hoher Qualität) . .	17,66	Samsun Nr. 2 (befriedigend) . .	8,50
Platan-Arkadia Nr. 1 (gut) . .	11,23	Platan-Arkadia Nr. 2 (schlecht) .	5,25
Samsun Nr. 1 (gut)	8,85		

Gleichzeitig wächst die Menge der Eiweißarten von 6—7 % in den besten Sorten bis auf 14—16 % in den schlechten.

Neben den löslichen Kohlehydraten ist die Stärke im Trocknungsprozeß und bei der Gärung des Tabaks die Quelle der Bildung organischer Säuren. In bedeutenderen Mengen sind Apfelsäure, Zitronensäure und Oxalsäure festgestellt worden; außerdem kommen Essigsäure, Ameisensäure und Buttersäure und einige andere Säuren vor.

Der Gehalt der *Apfelsäure* kann von 2—8 %, der Gehalt an Zitronensäure vom Bruchteil eines Prozentes bis zu 10 % schwanken. Die *Oxalsäure* von 1,4 bis 3 %; zusammen kann die Säuremenge in einigen Proben bis auf 15—16 % steigen, in anderen bis auf 5 % sinken. Dem Vorkommen der Säuren wird eine positive Bedeutung zugeschrieben, sei es, daß sie die Fähigkeit des Blattes zum gleichmäßigen Glühen erhöhen, was man der Apfel- und Zitronensäure zuschreibt, oder sei es, daß, je mehr Säuren vorhanden sind, um so weniger freies Nicotin enthalten ist, und daß die Verbrennungsprodukte des Tabaks um so weniger scharfe Eigenschaften besitzen.

Wenn die Säuren auch in dieser Weise wirken, so nur bei gleichen übrigen Verhältnissen; dieser Faktor allein kann nicht als Merkmal hoher Tabakqualität dienen, wie aus folgender Tabelle zu ersehen ist:

	Apfelsäure	Zitronensäure	Oxalsäure
Machorka (Gouvernement Woronesh)	5,63	10,20	Spuren
Trapezunt (Versuchsstation für Tabakbau) . .	6,56	3,76	2,10
Samsun (Suchum)	4,52	2,53	1,64
Platana (Pigit-Plantage)	3,57	1,39	1,96
Dübek (Jalta)	2,33	0,46	2,26
Gester (Aleschkow)	3,04	1,01	1,45
Platana (Versuchsstation für Tabakbau) . . .	2,29	2,09	2,45

Die Substanzen des *Ätherauszuges*, deren Gesamtmenge manchmal 10—12 % des gesamten fertigen Tabaks ausmacht, sind zum Teil durch flüchtige Verbindungen vertreten (ätherisches Öl des Tabaks), zum Teil durch Teere, durch wachsartige Substanzen und durch andere nichtflüchtige Bestandteile.

Das sog. *ätherische Öl* des Tabaks stellt eine Mischung von Verbindungen dar, in der komplizierte Ester der Ameisen- und einiger anderer Säuren einerseits und mindestens zweier verschiedener Alkohole andererseits enthalten sind.

Bei der Untersuchung des Krimtabaks (Dübek), der am reichsten ätherische Öle enthält, wurde einerseits eine bei 76—78° übergehende Fraktion, in der Ameisensäure und ein einwertiger Alkohol von der Formel $C_4H_9(OH)$ vorkommen, andererseits ein bei 124 bis 125° übergehender Anteil gefunden, der einen Alkohol $C_6H_{13}(OH)$ enthält, der ebenfalls mit Ameisensäure verbunden ist. Außerdem wurde ein Kohlenwasserstoff der Terpengruppe mit intensivem Aroma gefunden, dessen Struktur allerdings bis jetzt noch nicht geklärt ist und ein ungesättigter Alkohol $C_7H_{11}(OH)$. An der Bildung der Ester nimmt außer der Ameisensäure die Oxymiristinsäure teil[1].

[1] Näheres siehe bei Schmuck: Das ätherische Öl des Tabaks. 1924.

Freie Säuren werden in unbedeutenden Mengen gefunden: nur während der Aufbewahrung wächst ihr Gehalt im ätherischen Öl. Nebenstehend ein Beispiel der Schwankungen für Tabak verschiedener Herkunft.

	Säurezahl	Esterzahl	Koeffizient der Verseifung
Dübek	35,88	92,81	128,64
Platana-Arkadia . .	18,47	81,26	99,73
Bakun	7,67	51,12	58,79

Der Gesamtgehalt an ätherischem Öl für diese drei Sorten war: 1,37, 0,67 und 0,39[1].

Von dem Gehalt an ätherischen Ölen hängt nicht nur der unmittelbare Duft des Tabaks ab, sondern auch ein besonderes Aroma des Rauches einiger Tabaksorten (z. B. der Krimsorten). Bis zu einem gewissen Grade ist der hohe Gehalt an ätherischen Ölen ein Merkmal der allgemeinen hohen Qualität des Tabaks ebenso wie auch der Gehalt an löslichen Kohlehydraten. Aber unter der Einwirkung der Wachstumsverhältnisse ändert er sich ebenfalls für eine und dieselbe Sorte, z. B.:

	Dübek (Krim)	Samsun (Sotschi)	Platana-Arkadia[2]	Platana-Arkadia[3]
Aroma	gut	gut	mittel	—
Ätherische Öle . %	1,37	0,75	0,67	0,09

Während das ätherische Öl in geringen Mengen enthalten ist (0,12—1,37 %), kann der Gehalt an *Harzen* und den sie begleitenden nichtflüchtigen Substanzen 5—8 %, in einzelnen Fällen sogar 15 %, erreichen. Wenn die ätherischen Öle einen unmittelbaren Duft besitzen, so bilden die Harze aromatische Substanzen beim Verbrennen. Aber auch hier hat man eine komplizierte Mischung von Substanzen (Harze, Kampfer, Terpene und Phytosterine), und die summarische Bestimmung ist offenbar ungenügend, um einen bestimmten Zusammenhang zwischen dem Harzgehalt und der Tabakqualität zu finden[4], weil offenbar nur einige Bestandteile dieses Harzkomplexes eine entscheidende Bedeutung an der Bildung der aromatischen Produkte beim Verbrennen haben.

Recht stark sind in den Tabakblättern die *Aschebestandteile* vertreten. Die Blätter enthalten 15—18 % und sogar 22—23 % Asche. Etwa ein Drittel der Asche oder etwas mehr entfällt gewöhnlich auf K_2O und ebensoviel auf CaO. Die Zusammensetzung der Asche ist für die Qualität des Tabaks nicht ohne Bedeutung. Dabei spielen die Aschesubstanzen natürlich eine mittelbare Rolle, indem sie auf den Verbrennungsprozeß einwirken.

Zur allgemeinen Charakteristik der *Zusammensetzung der Asche* können folgende Angaben dienen (Kissling):

	Von 100 Teilen trockenen Tabaks sind									
	reine Asche	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	P_2O_5	SO_3	SiO_2	Cl
Mittel	17,2	29,1	3,2	36,0	7,4	2,0	4,7	6,0	5,8	6,7
Maximum . .	23,0	52,7	11,1	54,3	15,7	13,1	10,4	12,4	32,4	17,6
Minimum . .	8,5	11,4	0,0	18,1	0,7	0,0	1,2	1,1	0,3	0,4

[1] Schmuck: Die chemische Zusammensetzung des Tabaks. 1924.
[2] Auf Sandboden gewachsen.
[3] Auf Kubaner Schwarzerdeboden gewachsen.
[4] Ein Beispiel aus den Ergebnissen des Institutes in Krassnodar:

	Harz %		Harz %
Machorka (Gouvernement Woronesh) .	6,76	Nordkarolina (Aleschki)	4,50
,, (Gouvernement Tschernigow)	4,26	Tschester (Aleschki) .	4,26
Samsun (Suchum)	5,05	Trebinje	6,02

Mit zunehmendem Alter verändert sich die Zusammensetzung der Asche in den Blättern, und zwar sinkt die Phosphorsäure-, Kali- und Chlormenge, die Menge an Calcium dagegen steigt[1].

Die *Qualität des Tabaks*, d. h. sein Aroma, Geschmack und Stärke, hängt in hohem Maße von den verschiedenen Produkten ab, die bei unvollständiger *Verbrennung* und bei der Trockendestillation der Bestandteile des Blattes entstehen. Je leichter der Tabak verbrennt, um so weniger erhält man von diesen Produkten. Versucht man z. B. einen Blattausschnitt des Tabaks in einem Fall an freier Luft zu verbrennen, eine andere Probe aber in einem Reagenzglas zu erwärmen, so erhält man den schärfsten Tabakgeruch im zweiten Fall. Nessler unterscheidet bei der Zigarre folgende vier Stadien im Verbrennungsprozeß: Die Zone der Asche, die sich am Ende befindet, wo sämtliche organischen Substanzen bereits verbrannt sind; die Zone der eigentlichen Verbrennung, die Zone der Kohle und schließlich die Zone der Verkohlung und der Trockendestillation, die am weitesten vom brennenden Zigarrenteil entfernt ist. Je nachdem, wie diese letzte Zone beschaffen ist (und dies hängt wiederum vom Gang der Verbrennung, vom Luftzutritt und von der Temperatur ab), entstehen bei der Trockendestillation verschiedene Produkte, die dem Tabak einen angenehmen oder unangenehmen Geruch verleihen. Je langsamer die Verbrennung, je breiter die Zone der Kohle und der Trockendestillation und je niedriger dabei die Temperatur ist (infolge der größeren Entfernung von der eigentlichen Verbrennungszone), um so schlechter riechende Produkte erhält man auch und umgekehrt. Wichtige Bedeutung besitzen, wie Nessler weiter gezeigt hat, die Verbrennungsbedingungen in den verschiedenen Teilen der Zigarre, so daß derselbe Tabak manchmal mehr, manchmal weniger schlecht riechende Substanzen erzeugen kann je nach der Struktur, nach dem Verhältnis der Eigenschaften der inneren und äußeren Teile der Zigarre und je nach dem Luftzutritt zur Verbrennungszone. Sind die leicht verbrennenden Blätter außen angebracht, die schwer verbrennenden dagegen im Innern, so bleiben die letzteren beim Brennen hinter den ersteren zurück. Es entsteht eine konische Spitze des verbrennenden Endes, der Luftzutritt ist infolgedessen groß, und die Oxydation kann vollständig stattfinden; infolgedessen entstehen die übelriechenden Zwischenprodukte entweder gar nicht oder wenig. Sind umgekehrt die leicht verbrennenden Blätter im Innern, die schwer verbrennenden aber außen angeordnet, so entsteht bei der Verbrennung eine konische Vertiefung an der Zigarrenspitze, der Luftzutritt und die Oxydation werden stark herabgesetzt, was eine Bildung nicht völlig oxydierter stark riechender Stoffe zur Folge hat.

Nicht ohne Einwirkung auf die Leichtigkeit der Verbrennung des Tabaks bleiben auch die *Bestandteile der Asche*: Basen, vor allem *Kali*, in Form von kohlensauren Salzen, und ebenfalls Salze der organischen Säuren, die bei der Verbrennung in kohlensaure Salze übergehen; diese Substanzen begünstigen eine vollständige Verbrennung des Tabaks; sie ergeben eine weiße Asche. Die Chloride der Alkalien aber und vor allem der alkalischen Erden ($CaCl_2$ und $MgCl_2$) und ebenfalls saure Phosphate erschweren das Verbrennen; die Asche wird schwarz.

Zur Untersuchung des Einflusses der verschiedenen Salze auf die Verbrennung benutzte Nessler u. a. Streifchen von Filtrierpapier, die mit verschiedenen Lösungen getränkt und dann getrocknet wurden. Dabei kann man sehen, wie ein mit K_2CO_3 oder Na_2CO_3 getränktes Papier (1—2 % Lösung) sich langsam entflammt, dafür aber nach dem Auslöschen der Flamme außerordentlich lange glüht, und umgekehrt, wie ein mit Chloriden durchtränktes Papier recht schnell erlischt (es glüht nicht lange) und eine schwarze Asche liefert. Die schwefelsauren Salze wirken auf die Verbrennung recht verschieden ein, je nach der Base, K_2SO_4 und $CaSO_4$ günstig; Na_2SO_4 und $MgSO_4$ ungünstig.

[1] Näheres siehe in der Arbeit von Krews: J. exper. Landw. 1916.

Außerdem wird bei genügendem Gehalt an Salzen der ersten Kategorie die Verbrennung (Glühen) während einer geraumen Zeit unterhalten; dies wird von einem guten Tabak verlangt. Die Salze der zweiten Kategorie aber bewirken ein schnelleres Erlöschen der Zigarre. Offenbar hängt dies von der großen Schmelzbarkeit der Chloride ab, welche die Kohleteilchen umgeben und eine vollständige Verbrennung stören. Nach NESSLER kann der Tabak keine normale Brennbarkeit besitzen, wenn er mehr Chlor als 0,4% und weniger Kali als 2,5% enthält. WAGNER aber hält nicht mehr als 0,6% Chlor und nicht weniger als 5% Kali für erwünscht[1]. Nach der Meinung von FESCA ist nicht nur der absolute Gehalt an diesen Substanzen wichtig, sondern vor allem das Verhältnis zwischen den Karbonaten und den Salzen der anderen Säuren im ganzen (Salz-, Schwefel-, Phosphor-, Kieselsäure). Für eine gute Verbrennung ist es notwendig, daß die Karbonate in der Zusammensetzung der Asche bedeutend vorherrschen. Aber bei großem Chlorgehalt (z. B. 3%) verbrennen die Blätter bei jedem Kaligehalt schlecht, so daß die angeführte Meinung nur innerhalb bestimmter Grenzen richtig sein kann.

Die *Zusammensetzung des Tabaks* hängt in hohem Maße außer von der Sorte auch noch von den *Klima-, Boden-* und den *Düngungsverhältnissen* ab. So stellte sich bei der Untersuchung des Tabaks in Süddeutschland, der sich durch schlechtes Verbrennen und scharfen unangenehmen Geruch auszeichnet, heraus, daß die Ursache, abgesehen von den klimatischen Verhältnissen, in der einseitigen Anwendung einseitig stickstoffreicher Düngemittel lag (städtische Abfälle). Infolge dieses Umstandes häuft der Tabak viel Eiweiß an, das auf die Qualität des Blattes schlecht einwirkt. Deswegen kann man durch Auswahl geeigneten Bodens und durch Gaben des einen oder anderen Düngemittels (s. weiter unten) die Zusammensetzung des Tabaks bis zu einem gewissen Grade in der erwünschten Richtung verändern. Diese Mittel sind viel zuverlässiger als die verschiedenen *Beizen*, die zur Erhöhung des Aromas, der Verbrennbarkeit und des Geschmacks des Tabaks angewandt wurden, weil, wie wir bereits gesehen haben, jedes Durchtränken mit Lösungen von Säuren, Pottasche, Salpeter, aromatischen Stoffen usw. eine Entfernung der für den guten Tabak erforderlichen Bestandteile und einige andere unerwünschte Folgen nach sich ziehen kann.

An das äußere Aussehen des Blattes (an seine Form, Größe usw.), das zur Herstellung guten Tabaks verwendet wird, werden ebenfalls in Zusammenhang mit den Bestandteilen des Tabaks bestimmte Ansprüche gestellt. So müssen die Blätter, die zu Zigarren verarbeitet werden, dunkler sein (braun), was gewöhnlich auf Stärke und kräftiges Aroma des Tabaks hindeutet. Sie müssen fernerhin weich, elastisch, dehnbar und dünn sein; die Seitennerven (nicht zu dick) müssen von dem Mittelnerv unter einem nahezu rechten Winkel abgehen, denn je größer dieser Winkel ist, um so mehr kann man aus dem Blatte gute „Deckblätter" herausschneiden (die äußersten Schichten der Zigarre). Für Zigarettentabak müssen die Blätter eine hellere (gelbe) Farbe besitzen, was mit ihrem geringeren Stärkegehalt und mit einem zarten Aroma zusammenhängt; sie müssen ferner, wenn auch nicht groß, so doch nach Möglichkeit ganz sein, weil dies zur Erlangung der langen Streifen notwendig ist (die durch Querzerschneiden des Blattes erhalten werden), durch welche sich die guten Tabaksorten besonders auszeichnen.

Der Grad der Befriedigung dieser Ansprüche durch das Tabakblatt hängt von den Klima-, Boden- und Kulturverhältnissen ab. Zur Betrachtung dieser Verhältnisse wollen wir jetzt übergehen.

---

[1] Versuche über Tabakdüngung 1908. Arb. d. Dtsch.Landw.-G. Heft 138.

3. Das Verhalten des Tabaks zu Klima, Boden und Düngung.

Der Tabak, seiner Abstammung nach eine subtropische Pflanze, stellt an das *Klima* hohe Ansprüche. Man nimmt an, daß er 5—6 Sommermonate mit einer Temperatursumme von 3100—3500° C braucht. Er ist gegen Frühjahrs- und Herbstfröste recht empfindlich. Die Samen keimen am besten bei einer Temperatur von 25—32° C. Indessen kann man infolge der Möglichkeit, den Tabak durch Verpflanzen zu vermehren, und ebenfalls infolge der herabgesetzten Ansprüche einiger Sorten (Bauerntabak) an das Klima mit der Tabakkultur bedeutend *weiter nach Norden* gehen, als dies durch die allgemeinen Ansprüche bedingt erscheint. Auf der skandinavischen Halbinsel reicht der Tabakbau bis zum 63. Grad n. Br.; aber natürlich sinkt die Qualität des Tabaks nach Norden hin. Die an das Klima anspruchsvollsten Tabaksorten, die zu der Art macrophylla gehören, werden in Rußland nur in Gegenden wie Kaukasus und Krim angebaut. Der virginische Tabak geht bedeutend weiter nach Norden und wird z. B. mit Erfolg in der Ukraine angebaut.

Nach Mertz können bei uns die besten Tabaksorten in dem größten Teil Beßarabiens, in den Gouvernements Jekaterinoslaw und Cherson, im Süden der Gouvernements Poltawa, Charkow und Woronesh, in dem größten Teil des Dongebietes, in der südlichen Hälfte des Gouvernements Saratow, im größten Teil des Gouvernements Samara, im Westen des Uralgebietes, am Kuban, in den Gouvernements Astrachan, Stawropol, in Taurien und in Transkaukasien gebaut werden.

Noch weiter im Norden gedeiht der Bauerntabak. Der Anbau des Machorkatabaks (Nicotiana rustica) wird bei uns schon auf der Höhe von Moskau angetroffen (55.—56. Grad n. Br.), und zwar in den südlichen Teilen des Gouvernements Nischni-Nowgorod. Aber beim Anbau durch Verpflanzen verlangt auch dort der Machorkatabak 4—5 warme Monate. Die Zigarettensorten (verschiedene Sorten von Nicotiana tabacum) gehen bis zum 51.—52. Grad n. Br. (Sumy und Charkow), ihre größte Entwicklung erreichen sie aber, wie gesagt, an der Schwarzmeerküste (Krim, Abchasien, Kuban). Der Anbau der Zigarrensorten ist bei uns wenig entwickelt; er kommt nur stellenweise vor in Verbindung mit den örtlichen Verhältnissen, z. B. mit dem Einfluß der deutschen Kolonien im Wolgagebiet. Deswegen kann man keine Zusammenhänge zwischen dem Anbau der Zigarrensorten und den klimatischen Zonen suchen; gerade diese werden nicht im südlichen Gebiet sondern in den Gouvernements Tschernigow, Orel, Samara, Saratow gebaut. Deswegen können in diesen Gebieten nur klimatisch anspruchslosere Sorten des virginischen Tabaks Verwendung finden.

Man muß beachten, daß man, abgesehen von den Ansprüchen des Tabaks an hohe Temperaturen während des Wachstums und abgesehen von seiner Frostempfindlichkeit, auch noch mit der Notwendigkeit rechnen muß, den Tabak zu *trocknen, solange noch warmes Wetter herrscht*, wenn man nicht zur künstlichen Trocknung greift, die bei uns vorläufig noch weniger verbreitet ist als das Trocknen durch Sonnenwärme. Die *Feuchtigkeit des Klimas* erhöht den Ertrag; nach einigen Beobachtungen aber setzt sie die Qualität des Tabaks herab; wahrscheinlich ist hier die Wirkung der Feuchtigkeit mit der Wirkung der Bewölkung verwechselt worden. Andere hingegen behaupten, daß die Feuchtigkeit für den Tabak sowohl für die Gewinnung großer, dünner, leicht brennender Blätter als auch für eine gute Tabakqualität günstig ist. Temperatur und Beleuchtung üben nach den Beobachtungen von Adolf Mayer (Holland) auf die Zusammensetzung des Tabaks eine bestimmte Wirkung aus, u. a. auf den Nicotingehalt in den Blättern. Mayer bestimmte den Nicotingehalt in den Blättern an in Treibhäusern und unter freiem Himmel gezogenen Tabak, ebenfalls an Pflanzen, die bei starker und schwacher Beleuchtung gezogen wurden. Es stellte sich heraus:

Die Blätter des Treibhaustabaks enthielten Nicotin . . . . . 4,8 %
Die Blätter des Tabaks, der an freier Luft gezogen worden war (bei niedriger Temperatur) . . . . . 1,2 %
Die Blätter des bei voller Beleuchtung gezogenen Tabaks . . . . . 2,9—4,4 %
Die Blätter des bei schwacher Beleuchtung gezogenen Tabaks . . . . 1,5—2,2 %

Stellen wir die Pflanzen dicht oder weit, so können wird dadurch die Beleuchtung ändern und infolgedessen auch je nach Wunsch den Nicotingehalt. Die *Feuchtigkeit des Bodens* übte, wie MAYER gezeigt hat, ebenfalls auf den Nicotingehalt nebenstehende Wirkung aus.

Bodenfeuchtigkeit in % der vollen Wasserkapazität	Nicotingehalt in %
80	1,2
60	1,7
40	3,1

Folglich setzt hoher Feuchtigkeitsgehalt den Nicotingehalt in den Blättern wesentlich herab. Andererseits ist aber bekannt, daß trockener Boden und ebenfalls trockenes Klima, welche den Nicotingehalt erhöhen, die Entwicklung schlecht brennender, kleiner und dicker Blätter begünstigen (infolge der bei allen Pflanzen vorhandenen Tendenz bei Feuchtigkeitsmangel die Verdunstungsoberfläche zu verringern und die Dicke der Blätter zu vergrößern).

Das Verhalten des Tabaks zu Boden und Düngung. Gewöhnlich nimmt man an, daß der Tabak an die *Fruchtbarkeit des Bodens* große Ansprüche stellt.

Eine mittlere Tabakernte (10,5 dz/ha Blätter) entnimmt je Hektar folgende Mengen der einzelnen Nährstoffe in Kilogramm (STEBUT: Grundlagen des Ackerbaues 1, 314):

	Asche kg	Kali kg	Kalk kg	Phosphorsäure kg	Stickstoff kg
Blätter	230	72	79	10	53
Stengel	93	40	18	13	40
Gesamte oberirdische Masse	364	107	100	24	93

Dabei führt eine Kartoffelernte und eine Getreideernte bei gleicher Kulturhöhe folgende Mengen aus:

	Asche kg	Kali kg	Kalk kg	Phosphorsäure kg	Stickstoff kg
Kartoffeln	198	98	23	28	59
Getreide	129	27	9	13	37

Nach anderen Berechnungen entführt eine Tabakernte von 2000 kg Blättern je Hektar 120 kg Stickstoff, 140 kg Kali und 16 kg Phosphorsäure (BARTH).

Wir sehen, daß der Tabak mehr Aschesubstanzen und Stickstoff braucht als Kartoffeln und Getreide. Er verbraucht von diesen Substanzen sogar mehr als die Zuckerrüben, aber weniger als die Futterrüben. Dieser verstärkte Verbrauch zeigt sich besonders deutlich bei Stickstoff, Kali und vor allem bei Kalk; in der Asche der Blätter ist bis zu 40 % Kalk enthalten, was auch LIEBIG veranlaßte, den Tabak zu den Kalkpflanzen zu rechnen. Aber Phosphorsäure verbraucht der Tabak nicht mehr als die Kartoffel. Alles oben Gesagte bezieht sich auf die absoluten Nährstoffmengen (Verbrauch je Flächeneinheit). Nimmt man aber den Prozentgehalt, so verbraucht der Tabak je Einheit Trockensubstanz überhaupt mehr Nährstoffe als die Wurzel- und Knollenfrüchte. Schließlich wird hervorgehoben, daß der Tabak leicht lösliche Nährstoffe verlangt. Aber beim Anbau des Tabaks, wie z. B. auch bei der Kultur der Zuckerrübe (hier aber in noch stärkerem Maße), muß man unbedingt das Ziel des Anbaues und die Unterschiede in den Ansprüchen der verschiedenen Sorten trennen. So steht beim Anbau von Nicotiana rustica die Ertragshöhe an erster Stelle; gegen

einen großen Gehalt an Stickstoffsubstanzen überhaupt, und an Nicotin im besonderen wendet der Verbraucher des Machorkatabaks nicht viel ein; deswegen, je fruchtbarer der Boden ist, um so geeigneter wird er für diese Kultur angesehen. Aber beim Anbau wertvollerer Sorten von Nicotiana tabacum zwingt der hohe Preis für die Qualität dazu, an Masse zu opfern. Deswegen wird beim Anbau des Zigarettentabaks der sandige Lehm, der lehmige Sand und auch der graue Waldboden vorgezogen und nicht der mächtige stickstoffreiche Schwarzerdeboden, der zwar einen großen Ertrag, aber von geringer Qualität bringen kann.

Es folgt ein Beispiel für die Unterschiede, die durch den Anbau des Tabaks auf verschiedenen Böden hervorgerufen werden:

	In 100 Teilen des Tabaks sind enthalten			
	Summe an Kohlehydraten	Nicotin	Gesamt-Stickstoff	Eiweiß
Sandboden. Versuchsplantage Aleschkowo (Sorte Nordkarolina)	36,3	0,9	1,4	6,3
Waldboden. Plantage in Jalta (Sorte Dübek)	21,3	0,8	1,9	7,8
Waldboden. Plantage Pigitowo (Sorte Arkadia)	19,7	1,7	2,4	—
Waldboden. Plantage Suchum (Sorte Samsun)	12,7	3,4	2,7	11,0
Reicher Schwarzerdeboden, Kraßnodar (Sorte Trapezunt)	6,7	2,9	3,7	12,2

Die Zigarrentabaksorten können auf bindigeren und humusreicheren Böden angebaut werden als die Zigarettensorten.

Allerdings bestehen auch bei den Zigarettensorten Unterschiede in den Bodenansprüchen. So wird im Kubangebiet auf Sandböden vorzugsweise Trapezunt- und Platanatabak gebaut, auf Kiesböden Samsun, auf Schwarzerde- und Überschwemmungsböden Tykkulak (Tschubkow).

Um so mehr zieht der einfache Tabak (Machorka) im Schwarzerdegebiet „Niederungsstellen", die infolge der Schlammaufschwemmung recht fruchtbaren Boden haben, vor. Die Böden müssen außerdem genügend locker und tiefgründig (infolge der tiefgehenden Wurzeln) sein, einen durchlässigen Untergrund und genügend Feuchtigkeit besitzen. Sehr günstig für den Tabak ist *Neuland*, das reich an aufnehmbarem Kali und anderen erforderlichen Nährstoffen ist. Der Tabak der leichten Sandböden ist (bei geringeren Erträgen) von höherer Qualität als der Tabak der Lehmböden. Nessler, der Tabak von verschiedenen Böden auf den Gehalt an Chlor und Kali, d. h. auf den Gehalt an denjenigen Substanzen, welche die Verbrennbarkeit des Tabaks am meisten bedingen, analysierte, erhielt nebenstehende Ergebnisse.

Die Pflanzen enthielten an	von Sandböden %	Sandigen Lehmböden %	Lehmböden %
Chlor	0,29	0,45	0,92
Kali	2,8	3,3	2,4

Infolgedessen war der Tabak der Lehmböden am schlechtesten brennbar, zum Teil wegen seines Chlorgehaltes.

Die Frage der *Düngung des Tabaks* wird je nach dem Zweck des Anbaues und je nach der angebauten Sorte recht verschieden gelöst. Vor allem muß die Menge der Stickstoffdüngemittel geregelt werden, je nachdem, ob wir die größte Masse oder die beste Qualität an Tabak erhalten wollen.

Solange sich der *Stickstoff* im Minimum befindet, kann die Stickstoffgabe den Ertrag erhöhen, ohne die Qualität des Tabaks nennenswert zu beeinträchtigen. Nach Überschreitung eines gewissen Schwellenwertes, wenn die Wirkung auf die Massenentwicklung geringer wird, dient der Stickstoffüberfluß zur Bildung

einer gesteigerten Menge von Nicotin und anderen Stickstoffsubstanzen; dabei sinkt die Qualität des Zigarettentabaks sehr, wie man aus folgendem Beispiel, das sich auf armen Sand bezieht, ersehen kann[1].

Düngung	Gewicht der trockenen Blätter	Nicotin	Kohlehydrate
Ohne Stickstoff . .	2,9	0,31	24,7
Stickstoff: 0,1 g. .	9,9	0,55	22,1
„ 0,25 g. .	9,5	0,63	24,1
„ 0,50 g. .	12,0	0,53	25,8
„ 1,0 g. .	17,4	0,77	24,1
„ 2,0 g. .	27,1	2,60	8,6
„ 3,0 g. .	30,2	2,48	5,5
„ 5,0 g. .	31,7	2,34	5,0

Wir sehen aus diesem Versuch, daß bei dem Anwachsen der Stickstoffgaben von 0—1 g je Gefäß der Ertrag regelmäßig anstieg, ohne wesentliche Veränderungen in der Zusammensetzung. Umgekehrt, bei Stickstoffgaben über 2 g verringert sich das Ansteigen des Ertrages, die Qualität aber sinkt.

Je nach den Bodeneigenschaften kommt dieser Umschwung in der Wirkung der Stickstoffdüngemittel auf verschiedenen Stufen zur Geltung. Die reichen Böden, wie der Kubaner Schwarzerdeboden, können so stickstoffreich sein, daß der Tabak auch ohne Düngung bereits so viel überschüssige Stickstoffnahrung vorfinden kann, daß seine Qualität herabgesetzt wird. In diesem Fall kann man nur versuchen, das Übergewicht der Stickstoffnahrung durch Phosphorsäuregaben zu mildern (diese Böden sind ebenfalls kalireich).

Es wird oft gesagt, daß der Tabak verhältnismäßig geringe Mengen *Phosphorsäure* aus dem Boden nimmt, und daß deswegen zu seiner Düngung weniger Phosphorsäure als Stickstoff und Kali erforderlich ist. So zeigt Kissling, daß auf 10 Teile Kali in der Ernte folgende Phosphorsäuremengen entfallen:

Beim Tabak	1,6 Teile
Bei der Zuckerrübe . . .	2,6 „
Bei der Kartoffel	3,5 „
Beim Weizen	8,0 „

Aber dabei wird außer acht gelassen, daß unabhängig von diesen Verhältnissen die Tabakernte in absoluten Zahlen dem Boden doch noch bedeutend mehr Phosphorsäure entzieht als eine Getreideernte. Außerdem darf man, wie wir schon früher gesehen haben, auf Grund einer Gesamtanalyse der Pflanze auf keinen Fall eine allgemeine Charakteristik ihres Verhaltens der Düngung gegenüber aufstellen.

Wir gehen hier nicht auf den Fall ein, wenn deutliche Abweichungen von der typischen Zusammensetzung der einen oder der anderen Pflanze Schlüsse auf den Mangel im betreffenden Boden an dem einen oder anderen Nährstoff zulassen.

So stellt die Zuckerrübe, die mehr Kali enthält als Phosphorsäure, die größten Ansprüche an lösliche phosphorsaure Düngemittel, vielleicht deswegen, weil sie am besten auf neutralen oder schwach alkalischen Böden gedeiht, d. h. unter Verhältnissen, die der Lösung der Phosphorsäure selbst im Boden ungünstig sind. Ohne eine Möglichkeit zu haben, beim Tabak einen ähnlichen allgemeinen Hinweis zu geben, müssen wir bemerken, daß bei den Versuchen am Kuban gerade die phosphorsauren Düngemittel eine recht bedeutende Wirkung aus-

[1] Otryganjew: Der Einfluß der Stickstoffernährung auf die Entwicklung und die Qualität des Tabaks. 1924.

übten, viel größer als die Kalidüngemittel. In wirtschaftlicher Hinsicht ist bei unseren Düngerpreisen die Düngung des Tabaks mit Superphosphat die günstigste[1].

Ebensowenig wurde die Befürchtung einer ungünstigen Wirkung der Phosphate auf die Qualität des Tabaks bestätigt, die in der Literatur allerdings für eine überflüssige Phosphorsäuregabe ausgesprochen wird. So wird in dem bekannten Handbuch von Babo: Der Tabakbau, gesagt: „Man kann feststellen, daß stärkere Phosphorsäuregaben, einerlei in welcher Form, die Qualität des Tabaks verschlechterten, obgleich sie auch die Reife beschleunigten." Bei den Versuchen am Kuban aber wurden bei einer Phosphorsäuredüngung von 45 kg je Hektar nicht nur keine herabsetzende Wirkung, sondern Fälle beobachtet, in denen von den Einzeldüngungen nur die phosphorsaure Düngung eine entschieden günstige Wirkung auf die Qualität des Tabaks ausübte. Die Stickstoffdüngung rief eine recht starke Verschlechterung hervor; Kali verursachte die größte Verschlechterung, ebenso auch Kalk. Aber eine Zugabe von Superphosphat zu den Einzeldüngungen mit Kali und Stickstoff, die negativ wirkten, ändert diese negative Wirkung in eine günstige Richtung. Deswegen können die individuellen Besonderheiten der Aufnahmefähigkeit der Pflanze, ihr Verhalten zu den Formen, in denen sich die Nährstoffe im betreffenden Boden vorfinden, ein Bild der Reaktion des Tabaks auf Düngemittel hervorrufen, das den zu sehr vereinfachten Folgerungen, wie sie auf Grund der Ascheanalysen der betreffenden Pflanze gemacht werden, nicht entspricht.

In der westeuropäischen Literatur des Tabakbaues wird der *Kalidüngung* immer eine große Bedeutung beigemessen, was, abgesehen von dem großen Kaliverbrauch des Tabaks während seines Wachstums, ebenfalls aus der Wirkung gefolgert wird, die der Kaligehalt auf die Brennbarkeit des Tabaks ausübt. Wie bereits oben erwähnt, hält Wagner einen Kaligehalt von 5 % für erforderlich, damit der Tabak gut brennt; für eine gute Verbrennung sind sogar 6—7 % erforderlich. Hieraus wird die Folgerung gezogen, große Kaligaben zu geben, nicht nur um gute Erträge zu erzielen, sondern auch um die Qualität, vor allem des Zigarrentabaks, zu erhöhen. Weil aber das Kali in Form irgendeines Salzes gegeben werden muß, so taucht die Frage der Wirkung derjenigen Säure, die an das Kali in diesem Salz gebunden ist, auf den Tabak auf. Wir haben weiter oben gesehen, daß der Chlorgehalt in der Tabakasche eine ungünstige Wirkung auf die Verbrennung ausübt. Deswegen sind nicht nur die niedrigprozentigen Kalisalze, die Beimischungen von NaCl und $MgCl_2$ enthalten, sondern sogar auch Chlorkali als solches für die besten Tabaksorten unerwünschte Düngemittel.

In Deutschland werden zu besseren Tabaksorten nur solche Kalidüngemittel empfohlen, in denen das Verhältnis zwischen Chlor und Kali 1 : 10 nicht übersteigt; infolgedessen eignen sich nur konzentrierte Düngemittel mit Vorherrschen von K_2SO_4 und ebenfalls Martellin (kieselsaures Kali). Bei uns muß man die Asche in Betracht ziehen.

Inwieweit die Frage der Kalidüngung jedesmal ihre örtliche Lösung finden muß, zeigen die weiter oben erwähnten Versuche am Kuban, bei denen die Kaligaben entweder die Tabakerträge nicht erhöhten sondern nur den Kaligehalt im Tabak, oder, wenn sie auch manchmal auf die Höhe des Ertrages einwirkten, so war dies viel schwächer als bei den Phosphorsäure- und Stickstoffdüngemitteln.

Dieser Unterschied zwischen unserer Praxis und der westeuropäischen kann teilweise auch davon abhängen, daß bei uns die Anwendung der künstlichen Düngemittel erst beginnt. Bis jetzt wurde entweder die natürliche Fruchtbarkeit der

[1] Siehe Otryganjew: Arbeiten des Tabakinstitutes. H. 30, 31 u. 43.

vom Walde befreiten Böden (Schwarzmeerküste) ausgenutzt, wobei der Bedarf dieser Böden an Kali infolge der besonderen Eigenschaften des Bodens besser gedeckt wurde als derjenige an Stickstoff und Phosphorsäure, oder man gab, wie in der Ukraine, sehr große Stallmistmengen; der Stallmist ist aber reicher an Kali als an Phosphorsäure. Wenn man aber erst beginnt, auf den erschöpften Böden regelmäßig Stickstoff- und phosphorsaure Düngemittel anzuwenden, um die mangelnden „jungfräulichen Böden" zu ersetzen, dann wird der starke Verbrauch des Bodenkalis (unter der Wirkung des Stickstoffs und der Phosphorsäure) ein ähnliches Bild ergeben wie in Westeuropa.

Wenn wir von der einseitigen Düngung zu der in der Wirtschaft *üblichen vollen Stallmistgabe* übergehen, müssen wir bemerken, daß ihre Anwendung zum Tabak in erster Linie dadurch reguliert wird, was weiter oben über die Wirkung der Stickstoffdüngung gesagt wurde, d. h. das Verhalten zu Stallmist ist bei den besten Sorten des Zigarettentabaks und bei dem Machorkatabak gerade das Gegenteil. Im ersteren Falle vermeidet man eine direkte Gabe bedeutender Stallmistmengen, weil die Ertragssteigerung in diesem Fall ein sehr starkes Sinken der Tabakqualität zur Folge hat; es entstehen große fleischige Blätter, reich an Eiweiß und Nicotin, der Tabak wird dunkelfarbig und grob, d. h. viel zu hart, er verbrennt schlecht und hat schlechtes Aroma. Muß man auf erschöpften Böden Stallmist anwenden, so wird er bei den besten Tabaksorten zur Vorfrucht gegeben oder jedenfalls im Herbst in geringen Gaben (180 dz), und der Stallmist muß gut durchgerottet sein.

Stärkere Sorten des Zigarettentabaks nehmen schon eher mit einer unmittelbaren Stallmistgabe vorlieb. Beim Anbau des Machorkatabaks aber wird der Stallmist in großen, manchmal sogar in schwer zu erklärenden Mengen gegeben.

So war es in der Ukraine bis vor kurzem üblich, beim Anlegen einer Plantage 3000—4500 dz Stallmist je Hektar zu geben; danach wurde die Düngung alle 3 Jahre wiederholt mit 300—1200 dz, je nach den Bodeneigenschaften. Nach den Mitteilungen der Versuchsplantage Lochwiza gab auf den „Bergplantagen" eine Grunddüngung von 1350 dz bereits die größte Wirkung; für die „Niederungsplantagen" (feuchteren) lag diese Grenze bei 1800 dz. Aber in beiden Fällen zeigte eine Gabe von 480 dz zu jeder Tabakernte bessere Ergebnisse als eine Düngergabe für 3 Jahre auf einmal. Läßt man den Tabak dabei mit anderen Pflanzen abwechseln, so haben auch diese in ihrer Ernte von der dem Tabak gegebenen Düngung Vorteile, während eine ununterbrochene Kultur auf den Plantagen oft bei den übermäßigen Stallmistmengen, die der Tabak erhält, den anderen Kulturen die Düngung wegnimmt. Deswegen wird die Frage der richtigeren Nutzung des Stallmistes beim Anbau des Machorkatabaks mit der Frage der Einführung des Machorkatabakbaus in die Fruchtfolge verbunden. Von den indirekten Düngemitteln wird manchmal *Gips* zum Tabak angewendet, indem man 2,25—3 dz je Hektar gibt (Amerika). Die günstige Wirkung des Gipses, die sich in der Verbesserung der Brennbarkeit der Blätter infolge des erhöhten Gehaltes an K_2CO_3 zeigt, erklärt sich durch das Freiwerden der löslichen Kaliverbindungen im Boden. Außerdem ist eine direkte Wirkung des Kalkes möglich, der, wie oben gesagt, sich in den Blättern in großen Mengen ansammelt.

Die Frage der *Kalkung* wird in erster Linie auf Grund der Bodeneigenschaften, des Säuregrades und der physikalischen Bodeneigenschaften gelöst. Die Beseitigung der sauren Reaktion wie auch die Abschwächung der übermäßigen Bindigkeit des Bodens wirken natürlich günstig auf den Tabak. Weil aber der Kalk oft eine Steigerung der Nitrifikationsprozesse im Boden hervorruft, so

kann für gewisse Tabaksorten ein unerwünschter Überfluß an löslicher Stickstoffnahrung auftreten. In diesen Fällen wird die Kalkung nicht unmittelbar zu Tabak, sondern zu einer seiner Vorfrüchte in der Fruchtfolge ausgeführt.

4. Fruchtfolge und Bodenbearbeitung.

Die Stellung des Tabaks in der Fruchtfolge. In der Tabakkultur werden zwei Fälle unterschieden: 1. ein andauernder Anbau des Tabaks, 2. seine Einführung in die Fruchtfolge.

Eine *ununterbrochene Kultur* des Tabaks ist bei der erforderlichen Düngung möglich, solange sich die Schädlinge nicht vermehren (Orobanche u. a.). Manchmal wird sogar beobachtet, daß bei der Wiederholung des Tabakbaues auf demselben Schlage die Qualität des Tabaks steigt, die Erträge aber sinken. Dies hängt offenbar mit der Verarmung des Bodens an Stickstoff zusammen; manchmal sinkt mit den Jahren der Chlorgehalt im Tabak, weswegen sich seine Verbrennung bessert. Wird aber fortgesetzter Tabakbau ohne Düngung betrieben, so kann er einen Raubbaucharakter annehmen, wie dies z. B. oft an der Schwarzmeerküste vorkommt, wo nach dem Verbrennen des Waldes mehrere Tabakernten hintereinander gemacht werden. Dann wird der erschöpfte und seiner Struktur verlustig gegangene Boden verlassen und die Tabakplantage auf einer neuen Stelle angelegt.

Bei einem *Anbau* abwechselnd mit anderen Pflanzen kann der Tabak als eine mit Stallmist gedüngte Pflanze die Fruchtfolge eröffnen. Manchmal tritt er an die Stelle nach gedüngten Getreidearten.

Bemmelen beschrieb eine eigenartige Waldumlagewirtschaft auf Sumatra zur Herstellung günstiger Wachstumsverhältnisse für den Tabak. Und zwar läßt man dort den Boden nach zweimaliger Tabakernte 6—8 Jahre liegen, damit er mit rasch Wurzel fassenden und sich schnell entwickelnden Holzpflanzen bewächst, so daß auf den ehemaligen Plantagen wieder Tiger, Wildschweine und Schlangen ihre Zuflucht finden. Darauf wird der Wald wieder vernichtet und der Boden mit Tabak bebaut usw.

Ebenso wird der Tabak nach Futterpflanzen angebaut, die den Boden unkrautrein machen und durch ihre Wurzelreste den Boden lockern und mit Nährstoffen anreichern, wenn der Boden nur nicht zu stickstoffreich ist, wie es z. B. nach Luzerne der Fall sein kann, was nicht für sämtliche Tabaksorten günstig ist. Es wurde vorgeschlagen, vor Tabak solche Pflanzen anzubauen, die dem Boden viel Chlor entziehen, wobei auf folgende Unterschiede in dieser Hinsicht hingewiesen wurde:

	Mais zu Grünfutter kg	Futterrüben kg	Getreide kg
Chlormenge in der Ernte je Hektar	70	50	2

Übrigens kann der Tabak selbst das Chlor gut dem Boden entziehen, so daß der Bodenwasserauszug oft keine klare Chlorreaktion zeigt, in der Tabakasche aber Chlor leicht festzustellen ist. Dadurch wird zum Teil die Verbesserung der Tabakqualität bei wiederholtem Anbau auf derselben Stelle ohne neue Düngung erklärt; aber außerdem spielt hier die Verringerung der Stickstoffmenge eine Rolle. Es muß bemerkt werden, daß diese Art Qualitätsverbesserung beim Zigarettentabak und nicht bei dem Machorkatabak geschätzt wird. Auf Tabak können Sommergetreidearten folgen.

Es folgen *Beispiele für Fruchtfolgen* mit Tabak, die *in Westeuropa* angetroffen werden:

I. 1. Tabak, Raps und Hanf nach Stallmist, 2. Weizen, 3. Futterpflanzen.
II. 1. Tabak nach Stallmist, 2. Weizen und Steckrüben als Stoppelfrucht.
III. 1. Tabak, 2. Sommerweizen, 3. Gerste, 4. Klee, 5. Kartoffeln.

Bei uns nimmt der Anbau des Machorkatabaks in der Ukraine bei den riesigen Stallmistmengen, die von den Plantagen verbraucht werden, oft den anderen Kulturen die Düngung weg. Die Einführung in die Fruchtfolge gibt den mit dem Tabak abwechselnden Pflanzen die Möglichkeit, die nach dem Tabak in bedeutenden Mengen noch zurückbleibenden Nährstoffe und die Unkrautreinheit des Feldes, die durch das Hacken des Tabaks erreicht wird, auszunutzen.

Von der Versuchstabakplantage in Lochwiza wurde z. B. folgende Fruchtfolge vorgeschlagen: 1. Tabak (nach Herbststallmist), 2. Ölfrüchte (Sonnenblumen, Flachs, Raps), 3. Sommerweizen mit Kleeuntersaat, 4. und 5. Klee, 6. Winterung, 7. Hafer.

Ferner sind Kombinationen mit Hanf, Zuckerrüben und anderen Pflanzen möglich, z. B.:

1. Hanf — Tabak — Winterung — Sommerung. 2. Tabak — Winterung — Rüben (mit Superphosphat) — Sommerung; oder (für die Gebiete außerhalb der Schwarzerde) 3. Tabak — Winterung — Sommerung — Klee — Klee usw.

Infolge der Tiefenentwicklung des Wurzelsystems verlangt der Tabak eine *tiefe Bodenbearbeitung*. Gewöhnlich aber wird dieses Bedürfnis bedeutend dadurch abgeschwächt, daß die Seitenwurzeln, die sich an Stelle der Hauptwurzel, welche durch die bei uns übliche Umpflanzung beschädigt wird, entwickeln, im Vergleich mit der Hauptwurzel weniger tief in den Boden eindringen. Die Bodenbearbeitung zu Tabak beginnt nach den durch die westeuropäische Praxis festgestellten Richtlinien im Herbst und wird manchmal, wenn die Herbstbearbeitung mit einer Stallmistgabe zusammenhängt, in zwei Abschnitten ausgeführt. Im Frühjahr wird der Boden tiefer oder flacher ein- oder zweimal bearbeitet, je nach den klimatischen Verhältnissen und den Bodeneigenschaften.

In trockenem Klima ruft eine Wiederholung der Pflugarbeit im Frühjahr ungünstige Ergebnisse hervor im Vergleich mit einer Herbstfurche und einer Bearbeitung des Bodens im Frühjahr mit dem Exstirpator (siehe z. B. die Mitteilungen der Plantage in Lochwiza).

Bei uns aber muß je nach den klimatischen und anderen Verhältnissen der einzelnen Gebiete in den einen Fällen die Frühjahrs-, in den anderen Fällen die Herbstfurche wegfallen. So wird im Schwarzerdegebiet (Gouvernement Tschernigow, Poltawa, auf den hochgelegenen Plantagen) das Hauptgewicht der Bodenbearbeitung in den Herbst verlegt, wobei zuerst geschält wird, was möglichst sofort nach der Ernte der Vorfrucht geschieht; dann führt man im Spätherbst das tiefere Pflügen aus (18—22 cm). Im Frühjahr wird der Boden, um keine Zeit zu verlieren, ohne Wenden der oberen Schicht bearbeitet, indem man Kultivatoren benutzt und sich auf leichten Böden auf das Eggen beschränkt. Nur auf den Niederungsplantagen, wo das Grundwasser hoch steht, und man mit keiner Dürre zu rechnen braucht, kann man im Frühjahr eine (manchmal auch zwei) Furche geben.

Umgekehrt wird in der Krim, an der Schwarzmeerküste und in Transkaukasien im Herbst nicht gepflügt, weil auf den Bergabhängen ein Abspülen der Bodenschicht möglich ist, während sich der feste Ackerboden im warmen südlichen Herbst und Winter mit einer leichten Vegetationsdecke bedeckt und mehr vor der Gefahr geschützt ist, fortgeschwemmt zu werden. Wenn diese Gefahr auch nicht besteht, so würde der bei warmem Wetter nach der Ernte der Vorfrucht gepflügte Acker zu lange der auswaschenden Wirkung der Winterniederschläge ausgesetzt sein. Deswegen wird unter diesen Verhältnissen nicht

vor Januar gepflügt. Auf Böden mit grober Struktur wird die Bearbeitung in Berggegenden mit der Hand ausgeführt. Es wird mit Spaten oder mit zweizackigen Forken umgegraben.

5. Das Verpflanzen des Tabaks.

Nicht nur in Rußland sondern auch in Ländern mit günstigerem Klima wird der Tabak fast immer verpflanzt.

Nur beim Anbau des Machorkatabaks (Nic. rustica) wird in der Ukraine gleichzeitig mit dem Anbau durch Verpflanzen eine direkte Aussaat ins Feld angetroffen, die allerdings nicht auf solchen Plantagen möglich ist, die auf auf Überschwemmungsstellen liegen (diese trocknen spät ab), sondern vorzugsweise auf hochgelegenen Plantagen; dies ist vor allem der Fall bei größerer Entfernung vom Hof und bei größeren Schwierigkeiten mit der Wasserversorgung, die zum Anbau durch Verpflanzen notwendig ist.

Es wird gedrillt oder gedibbelt; bei Aussaat mit der Hand werden die Furchen mit dem Markeur gezogen, in die dann die Samen, gemischt mit Sand, gesät werden. Bei früher Saat wird der Samen trocken gesät, bei Verspätung mit der Saat greift man gewöhnlich zum Vorquellen. Die junge Saat wird gehackt und vereinzelt, was man gewöhnlich in zwei Abschnitten durchführt. Nach dem Vereinzeln besteht die weitere Pflege aus denselben Maßnahmen wie beim verpflanzten Tabak. Der Anbau durch direkte Saat ist nur dort möglich, wo man den Boden zur Einsaat Mitte April fertigstellen kann, und wo Anfang September noch keine Fröste auftreten.

Dies wird 1. durch die uns bereits bekannten hohen Ansprüche an das Klima und die lange Vegetationsperiode hervorgerufen, 2. durch die Notwendigkeit, im Herbst genügend trockene und warme Zeit zum Trocknen des Tabaks zur Verfügung zu haben und schließlich durch die Empfindlichkeit der jungen Pflanzen gegen Frühjahrsfröste, weswegen man zur Befriedigung der vorher angeführten Forderungen den Tabak nicht zu früh direkt ins Feld aussäen darf, sondern ihn eine gewisse Zeit lang auf einer kleineren, vor Kälte geschützten Fläche heranziehen muß. Mit anderen Worten, es ist notwendig, *Tabaksämlinge* zu ziehen, die man nach beendeter Kälte in das Feld auspflanzen kann. Zur Gewinnung dieser Sämlinge werden die Tabaksamen entweder in gewöhnliche Beete ausgesät oder in Mistbeete oder schließlich in Treibbeete. Wenn auch die *einfachen Beete* eine gute Bearbeitung, Düngung des Bodens und eine geeignete Pflege der Pflanzen ermöglichen, gestatten sie aber keine wesentliche Regulierung weder der Boden- noch der Lufttemperatur. Allerdings werden die jungen Pflanzen zum Schutz gegen Kälte mit Reisig, mit Tannenzweigen usw. bedeckt. Die *Mistbeete* (diese werden so eingerichtet, daß eine Vertiefung im Boden gewöhnlich mit heißem Pferdemist bis an die Bodenoberfläche angefüllt wird; die Beete selbst werden aus Gartenerde hergestellt und oben mit Kompost bedeckt) gestatten, die Bodentemperatur zu erhöhen und sind infolgedessen im Vergleich mit den vorher beschriebenen einfachen Beeten wesentlich wärmer. Die Treibbeete[1], die immer mit Glasscheiben oder mit Scheiben irgendeines Surrogates (Ölpapier usw.) bedekt sind, ermöglichen die Regulierung sowohl der Temperatur des Bodens als auch der Luft, welche die Pflanze umgibt. Am häufigsten werden die *gewöhnlichen Treibbeete* angewendet, die zum Unterschied von den Mistbeeten Holz- oder irgendwelche andere Wände besitzen und oben mit einem Rahmen bedeckt werden.

Seltener werden *Lufttreibbeete* gebraucht, die aus Kisten bestehen, die auch wie ein gewöhnliches Treibbeet mit Stallmist, Erde und Kompost angefüllt und über der Erde in 20—35 cm Höhe auf Pfählen angebracht werden. Bei dieser Einrichtung der Treib-

[1] Näheres siehe in den Aufsätzen „Treibbeete", „Mistbeete" und „Stecklinge" in der Enzyklopädie von Devrient.

beete wird die Einwirkung der Bodentemperatur völlig beseitigt, und das Eindringen verschiedener Tabakfeinde aus dem Boden wird bedeutend eingeschränkt; deswegen wird der Kampf gegen diese bedeutend erleichtert.

Gewöhnlich besitzt das Treibbeet zwei Wärmequellen: die Sonnenstrahlen und die Wärme des verwesenden Stallmistes, von dem man eine Schicht unter die Erde packt, in welcher die Sämlinge Wurzeln fassen. Aber im Süden werden oft auch „kalte Treibbeete" angewandt (vor allem für das spätere Verpflanzen), die nur von den Sonnenstrahlen erwärmt werden.

In der Krim beginnt man mit der Aussaat in die Treibbeete Mitte oder Ende Februar, wenn man die Stecklinge in der zweiten Aprilhälfte haben will (aber in der Hauptsache fällt dort das Auspflanzen in den Mai). Am Kuban wird im März gesät. Im Gouvernement Tschernigow wird zur Vermeidung einer Beschädigung der Stecklinge durch Pilzkrankheiten die eine oder andere Methode der Bodensterilisation angewandt (Erwärmen durch Dampf oder auf Rosten, Begießen mit Formalinlösung 14 Tage vor der Einsaat usw.).

Die Größe der *Fläche mit Sämlingen*, die von der sich stark ändernden Pflanzenzahl (infolge der verschiedenen Verhältnisse und besonders je nach der Methode der Verteilung), die auf der Flächeneinheit der Plantage Platz finden, abhängt, schwankt ebenfalls stark, von $^1/_{50}$—$^1/_{500}$ der Plantagenfläche. Am Kuban hält man eine Zahl von 100000 Stecklingen je Hektar für erforderlich. Dementsprechend werden 40 qm Treibbeetoberfläche je Hektar der Plantage gerechnet. Bei der Aussaat der Samen muß man ihre außerordentliche Kleinheit in Betracht ziehen (das mittlere Gewicht eines Samens beträgt 0,00008 g), weswegen manchmal 1 g zur Bestellung eines Quadratmeters genügt.

Bei uns wird gewöhnlich dichter gesät. Aber dabei erhält man oft einen hohen Prozentsatz in der Entwicklung unterdrückter Pflanzen, die für ein Auspflanzen ins Feld nicht geeignet sind. Überhaupt sind alle Pflanzen nicht genügend kräftig. Es ist schwerer, unter ihnen kranke Pflanzen festzustellen, und die Erkrankungen werden leichter von einer Pflanze auf die andere übertragen als bei nicht so dichtem Stand kräftigerer Pflanzen. Aber gewöhnlich wird zu den Samen vor der Saat eine bedeutende Menge Sand oder trockene Erde beigemengt (vorher sterilisiert), damit die Aussaat gleichmäßiger ausfällt. Manchmal werden die Samen vor der Aussaat *angekeimt*, wozu man sie mit feuchtem Sand vermischt und für eine gewisse Zeit in warmer Luft liegenläßt. Der Grad der Keimung richtet sich nach der Bodentemperatur der Beete. Ist der Boden noch feucht und kalt, so müssen die Triebe möglichst kurz sein, um Fäulnis zu vermeiden. In diesem Fall ist es sogar noch besser, überhaupt auf das Ankeimen zu verzichten und unvorbereitete Samen auszusäen. Die Samen werden in Reihen oder breitwürfig ausgesät. Die Reihenaussaat kann entweder mit der Hand oder besser mit einem angefeuchteten Bindfaden erfolgen, an welchem die Samen kleben und der über die Beete gespannt wird. Die Bedeckung der Samen muß ganz geringfügig sein — höchstens $^1/_2$ cm (tiefer untergebrachte Samen laufen schlecht auf), was durch Aufschütten von Kompost oder Misterde im Gemisch mit Erde und grobem Sand (damit sich beim Begießen nicht so leicht Krusten bilden) und durch leichtes Festigen des Beetes mit einem Spaten oder durch vorsichtiges Begießen erreicht wird. Sehr oft wird auf die Erde noch eine Schicht zerpulverter Holzkohle aufgeschüttet — eine Maßnahme, die nach der Meinung einiger Tabakbauer eine schnellere und stärkere Entwicklung der Sämlinge begünstigt. Nach der Aussaat der Samen werden die Beete mit Stroh, Spreu und Tannenreisig, die Treibbeete dagegen mit Rahmen zugedeckt. Bei zu starker Sonnenglut werden die jungen Pflanzen beschattet, indem man die Rahmen entweder mit dünnem Gewebe oder mit Matten bedeckt. Nachdem die junge Pflanze

das „Kreuzchen" (2 Blättchen, abgesehen von den Samenlappen) gebildet hat, verträgt sie die Sonne besser, weil ihr Wurzelsystem jetzt kräftiger entwickelt ist.

Die Pflege der Sämlinge besteht im Begießen, im Jäten, im Bedecken der beim Jäten oft bloßgelegten Wurzeln mit Erde, falls nötig im Vereinzeln und schließlich in der Kopfdüngung. Das *Begießen* wird sehr vorsichtig ausgeführt. Das Wasser muß warm sein und sehr gleichmäßig verteilt werden (durch ein feines Sieb). Die Oberschicht des Bodens muß geschützt werden, Wasserüberfluß muß man vermeiden, weil dies die Erkrankungsgefahr der Pflänzchen vergrößert. Zur *Düngung* wird gewöhnlich Jauche verwendet, die, weil sie viel Stickstoff und Kali und verhältnismäßig wenig Phosphorsäure enthält, für den Tabak als sehr geeignet angenommen wird, weswegen sie auch nicht selten im Felde Anwendung findet.

Im Westen werden manchmal die Sämlinge vor dem Verpflanzen ins Feld auf Beete umgepflanzt, aber mit größeren Abständen als im ersten Beet, z. B. 4—5 cm in beiden Richtungen. Ein solches Verpflanzen wird als „Pikieren" bezeichnet; es hat den Zweck, bis zur Zeit des Auspflanzens feste und kräftigere Sämlinge zu gewinnen. Jedoch kann diese Maßnahme nicht immer mit Vorteil ausgeführt werden, wie die Beobachtungen von Behrens in Deutschland zeigten. Es stellte sich z. B. heraus, daß die pikierten Sämlinge infolge der durch das Pikieren beschädigten Wurzeln mit der Dürre schlechter fertig werden; obgleich sie in solchem Falle anfangs auch besser als die gewöhnlichen aussehen, so werden sie von den letzteren bald ein- und daraufhin auch überholt. Nachdem Behrens eine solche Einwirkung der Dürre bemerkte, führte er einige Versuche aus, in denen er die Wirkung des Pikierens im Zusammenhang mit der Berieselung nachprüfte. Einer dieser Versuche zeigte folgendes:

	Ernte an Blättern je ha in kg	
	mit Pikieren	ohne Pikieren
Ohne Berieselung . . .	2160	2200
Mit Berieselung	2480	2200

Auf Grund vieler ähnlicher Versuche muß man sagen, daß das Pikieren nur unter guten Feuchtigkeitsverhältnissen mit Erfolg angewandt werden kann. Man muß schließlich im Auge behalten, daß pikierte Pflanzen später reifen (etwa 8 Tage später) als Pflanzen, die durch das gewöhnliche Verpflanzen gewonnen werden. Infolge dieser Umstände wird das direkte Verpflanzen der Sämlinge von den Treibbeeten oder Beeten ins Feld viel häufiger benutzt.

Gewöhnlich dient die Gartenerde, mit der man die Pflanzen umschüttet (zur Bedeckung der beim Begießen bloßgelegten Wurzeln) gleichzeitig auch als Düngung.

Außerdem kann man beim Begießen Salpeterlösungen und in Wasser gelöstes Superphosphat in dem erforderlichen Lösungsgrad anwenden.

Das *Jäten* kann notwendig werden, wenn der Boden im Treibbeet nicht sterilisiert wurde. Ist dies aber geschehen, so sind Unkräuter fast gar nicht vorhanden.

Ist die junge Saat zu dicht, so wird entweder mit der Hand *verzogen*, oder man muß nur einzelne Stellen verdünnen, oder aber, wenn die ganze Saat zu dicht geworden ist, so wird ein eiserner Rechen benutzt. Nach dem Vereinzeln wird Kompost gestreut und mit Wasser begossen. Wenn man sieht, daß die Folgen der zu dichten Saat bereits schwer zu beheben sind, so greift man, falls es noch nicht zu spät ist, zu erneuter Saat.

Ungefähr 8 Tage vor dem Verpflanzen ins Feld beginnt man, die Sämlinge an die atmosphärischen Einwirkungen zu gewöhnen, mit denen sie es im Felde zu tun haben werden. Man begießt seltener, man läßt Sonne und Wind freieren Zutritt, indem man die Pflanzen auch nachts nicht mehr zudeckt. Man spricht von einem „reifen" Sämling, indem man darunter Pflanzen von etwa 6—7 cm

Höhe (des oberirdischen Teiles) mit 5 Blättern (außer den Samenlappen) versteht. Der Stengel des „reifen" Sämlings muß sich im unteren Teil ohne zu brechen biegen lassen.

Das Verpflanzen des Tabaks ins Feld. Der Zeitpunkt des Verpflanzens der Sämlinge auf die Plantage wird durch die Wetterverhältnisse im Frühjahr bestimmt; jedenfalls darf man aber diese Maßnahme erst nach dem Aufhören der Frühjahrsfröste ausführen. Andererseits muß man das Pflanzen vor Eintritt der Hitze ausführen, die Feuchtigkeit im Boden ausnutzen, den Pflanzen mehr Zeit zur Entwicklung im Felde lassen und die Pflanzen so ernten, damit das Trocknen noch in gutes Wetter fällt.

Abgesehen von den Wetterverhältnissen, dem Bodencharakter und der Lage des Feldes wirkt auch noch die Aussaatzeit. Die leichten Böden erwärmen sich schneller, die schweren dagegen langsamer; auf den letzteren muß man besonders in feuchtem Klima (oder in niedriger Lage) später pflanzen als auf leichten Böden (oder auf hoch gelegenen Feldstücken).

Bei dem Herausnehmen der Sämlinge aus den Treibbeeten wird eine möglichst vollständige Erhaltung des Wurzelsystems angestrebt. Zu diesem Zweck empfiehlt es sich, den Boden zuerst zu begießen. Die ausgewählten Pflanzen werden in Körbe gelegt[1], sie werden mit Wasser benetzt und in diesem Zustand aufs Feld getragen. Herrscht sonniges Wetter, so empfiehlt es sich, das Verpflanzen nach dem Nachlassen der größten Hitze auszuführen, z. B. nach 4 bis 5 Uhr nachmittags. Wird man mit der Arbeit dabei nicht fertig, so muß man auch morgens vor 7—8 Uhr pflanzen, weil die Sämlinge unter der Einwirkung hoher Temperatur und bei direkter Bestrahlung welken und oft eingehen. Das *Pflanzen* erfolgt mit Hilfe eines Pflanzholzes oder in Löcher, die mit der Hand gemacht werden, tiefer als wie die Pflanzen im Treibhaus wuchsen (indem man in Betracht zieht, daß der Boden sich setzen wird). Die Pflanze wird gewöhnlich bis zu den ersten Blättchen in den Boden eingelassen; es wird aber auf jeden Fall darauf geachtet, daß das „Herz" nicht mit Erde bedeckt wird. Manchmal werden bei heißem Wetter die ausgepflanzten Sämlinge für die erste Zeit mit Stroh, Gras oder Blättern bedeckt. Ist die Wurzel im Vergleich zum Loch zu lang, so zieht man es vor, sie zu verkürzen, als zu biegen.

Das Bepflanzen eines Hektars verlangt 40—50 Arbeitstage. Der Zeitpunkt des Verpflanzens übt eine wesentliche Wirkung auf die Ernte und die Qualität des Tabaks aus. Dies zeigte sich z. B. sehr deutlich in den Versuchen der Landwirtschaftlichen Gesellschaft in Lochwiza[2].

Der Versuch des Jahres 1890 brachte folgende Ergebnisse:

Zeit des Verpflanzens	11. April	1. Mai	11. Juni
Gewicht der Blatternte je Hektar	32 dz	26 dz	5 dz
Qualität[3] des Tabaks nach dem 11-Punkt-System	11	8	1

Folglich war im Jahre 1890 das früheste Verpflanzen auch das vorteilhafteste. Dieses Jahr zeichnete sich durch ein warmes Frühjahr und einen heißen Sommer aus, weswegen die Pflanzen schnell wuchsen und durch die Sommerhitze in ihrer Entwicklung nicht mehr aufgehalten wurden. Aber im Jahre 1893, das sich durch einen außerordentlich kalten Frühling auszeichnete, brachten die Ver-

[1] Auf den Korbboden wird etwas feuchte Erde gelegt, die Pflanzen selbst werden mit einem nassen groben Tuch zugedeckt, um die Verdunstung herabzusetzen usw.

[2] Lomonosow, P.: Versuche zur Bestimmung der vorteilhaftesten Methoden bei der Kultur des Machorkatabaks. Z. Landw. u. Forstw. 1895, 1899 u. 1900.

[3] Die Qualität des Tabaks wurde durch die Kommission der praktischen Tabakbauer bestimmt. Die Durchschnittsprobe jedes Versuchsstückes wurde auf Dichte, Farbe, Aroma, Gewicht und Größe des Blattes untersucht.

suche andere Ergebnisse. Von den zwei Auspflanzungen, die am 15. Mai und am 15. Juni erfolgten (eine frühere Auspflanzung war infolge des kalten Frühjahrs unmöglich), lieferte die zweite eine bessere Ernte, sowohl nach der Zahl der Blätter als auch nach ihrem Gewicht. Die Mehrzahl der nachfolgenden Jahre brachte ähnliche Ergebnisse wie das Jahr 1890, d. h. zugunsten der *frühen* Auspflanzung (Ende April).

Die *Dichte der Verteilung* der Pflanzen auf der Plantage hängt ab: Von der Sorte — je größer die Pflanzen sind, um so weiter werden sie gestellt; von den Bodeneigenschaften — je besser der Boden ist, um so weiter werden die Pflanzen gestellt und umgekehrt; von den Kulturmaßnahmen — bei Pferdehackkultur weiter, bei Handhackarbeit dichter; vom Zweck des Anbaus — zur Gewinnung großer Blätter wird jeder Pflanze eine größere Fläche zugeteilt usw. So werden am Kuban für großblättrige Sorten des Zigarettentabaks (Trapezunt) Entfernungen von 61 × 26 cm als mittlere Standdichte angesehen; für solche Sorten, wie Tykkulak und Samsun, die kleinere Blätter ausbilden, beträgt die Fläche für eine Pflanze 57 × 22 cm und für noch kleinblättrigere Sorten, wie der Dübek, sogar 35 × 13 cm. Da man hier den Gewinn eines Tabaks mit geringem Nicotingehalt anstrebt, so wirkt hier die Dichte des Standes günstig. Die *Wirkung der Aussaatdichte auf Ertrag und Qualität* des Machorkatabaks zeigte sich in einem der Versuche der Loshwizaer Landwirtschaftlichen Gesellschaft auf nebenstehende Art (die Ergebnisse sind auf 1 umgerechnet).

Entfernungen in cm . .	70 × 52	52 × 35	35 × 17
Ertrag	1	1,52	2,29
Qualität des Tabaks . .	2,93	1,50	1
Gewicht eines Blattes . .	2,75	2,20	1
Stengel % an der Ernte	18,3	21,3	32,8

Folglich, je dichter die Pflanzen gestellt worden sind, um so höher war der Ertrag, aber auch um so geringer die Qualität der Blätter (für die betreffenden Verhältnisse) und für Nicotiana rustica war schließlich die Aussaatdichte 52 × 35 cm die vorteilhafteste[1].

Anzahl der Pflanzen je ha	Verhältnismäßiger Nicotingehalt
30000	1
20000	1,39
10000	1,45

Schloesing beobachtete in einem ähnlichen Versuch die *Veränderung des Nicotingehaltes in den Blättern* (s. nebenstehende Tabelle).

Folglich, je weiter die Pflanzen verteilt werden und je mehr Licht jeder Pflanze zur Verfügung steht, um so mehr Nicotin sammelt sich in den Blättern an und umgekehrt. Und deswegen ist die Einwirkung der Entfernung bei der Kultur des Machorkatabaks auf die Qualität des Tabaks nicht so groß wie bei der Kultur der Zigarettensorten.

Der Tabak wird beim Verpflanzen in den Ecken eines Rechtecks, eines Quadrats, eines gleichseitigen Dreiecks und im Fünferverband ausgepflanzt.

Werden dabei aber die Ernährungsflächen gleich groß, so werden auch die Endergebnisse ziemlich gleich. In den Versuchen der Plantage in Lochwiza finden wir nebenstehende Mitteilungen über die Art der Verteilung.

	Ertrag dz	Gewicht eines Blattes g
Pflanzen im Fünferverband .	39	12,3
Pflanzen im Quadrat	38	10,5

Manchmal werden nach zwei Zwischenreihen zwei Reihen dicht beieinander gepflanzt, oder man läßt nach mehreren Reihen eine breite Zwischenreihe zum Durchgehen oder zum Durchfahren offen usw. Bei einer Besichtigung der Plan-

[1] Chutorjanin 1914, Nr 14.

tage nach 3—4 Tagen kann man einen mehr oder weniger großen Verlust unter den ausgesetzten Pflanzen feststellen; in solchem Fall werden frische Sämlinge ausgesetzt.

6. Die Pflege des Tabaks auf dem Felde.

Die *Pflege des Tabaks* auf der Plantage beginnt oft mit dem *Begießen*, das einmal oder, falls es trocken ist, zweimal ausgeführt wird (manchmal erfolgt das erste Begießen noch vor dem Auspflanzen der Sämlinge).

Die Loshwizaer Versuche sprechen zugunsten eines solchen vorhergehenden Begießens. Es ist nützlich, den feuchten Boden neben der Pflanze mit Sägespänen, Spreu und lockerem Boden zu bedecken, um das Austrocknen zu verzögern.

Danach wird von Zeit zu Zeit (z. B. alle 2—3 Wochen) *gehackt*. Damit wird je nach den Bodeneigenschaften früher oder später begonnen. Ein schwerer zur Krustenbildung neigender Boden wird früher gehackt, ein leichter Boden später. Solange die Pflanzen klein sind und leicht unter Verschüttung leiden, wird mit der Hand gehackt; werden die Pflanzen aber größer, so können auch Pferdehackmaschinen angewandt werden. Wenn aber zum Schluß die Blätter auseinandergewachsen sind, ist wiederum das Hacken mit der Hand bequemer, weil man dann weniger Gefahr läuft, die Blätter zu brechen. Die Anzahl der Hacken schwankt gewöhnlich zwischen 3 und 4. In den Versuchen der Lochwizaer Landwirtschaftlichen Gesellschaft hatte sich herausgestellt, daß der Tabak sogar auf eine Erhöhung der Hackenzahl über 6 reagiert, wobei sich die Wirkung der überzähligen Hacken in qualitativer und quantitativer Erhöhung der Ernte gezeigt hat (diese Folgerung berührt nicht die Rentabilitätsfrage so oft wiederholter Hackarbeit). Im Bericht von 1900 (Z. f. Landwirtschaft und Forstwirtschaft) finden wir nebenstehende Ergebnisse.

	Ertrag dz	Qualität des Tabaks
Hacken alle 5 Tage	24,9	9,3
,, ,, 10 ,,	24,6	8,2
,, ,, 20 ,,	22,4	6,0
,, ,, 30 ,,	22,8	5,0

Die Plantage in Lochwiza nimmt eine 4-6fache Wiederholung der Hackarbeit bei möglichst frühem Beginn, sobald die Pflanzen nur anfangen zu wachsen, als die für die örtlichen Verhältnisse beste an.

Mit der zweiten und dritten Hacke wird oft das *Behäufeln* verbunden. Solange die Pflanzen noch klein sind, wird möglichst schwach gehäufelt. Wird der Tabak aber größer, und entwickelt er immer mehr Blätter, so wird die Behäufelung immer intensiver; sie wird beendet, wenn sich die Pflanzen zu schließen beginnen.

In einigen Gebieten (z. B. bei uns in der Krim) werden die Tabakplantagen *berieselt*. In anderen Gegenden wiederholt man das Begießen, wobei man dies mit der Düngung verbindet, wozu z. B. verdünnte Jauche verwendet wird. Hierzu muß bemerkt werden, daß sie dem Tabak bei trockenem Wetter auch schaden kann, weil in diesem Falle die Konzentration der Bodenlösung infolge der Jauche stark erhöht werden kann, wenn die Jauche nicht kräftig genug mit Wasser verdünnt wurde.

Die nächstfolgende Pflegemaßnahme des Tabaks ist das *Abbrechen der Gipfel*. Diese Operation, die in dem Entfernen der Blütenstände und der oberen Blätter besteht, gewährt die Möglichkeit, einen höheren Ertrag an großen Blättern zu gewinnen, weil die von den Blättern aufgesparten Nährstoffe nicht mehr zur Bildung von Blütenständen und jungen Blättern verwendet werden, sondern nur zugunsten der beschränkten Anzahl bereits gebildeter Blätter zurückbleiben. Außerdem wird hierdurch die Zahl der an der Pflanze zurückbleibenden

Blätter bestimmt. Dieser Umstand wirkt wesentlich auf den Ertrag, die Menge der Blätter, ihre Zusammensetzung und auf das Stengelprozent ein. Nach Versuchen zeigte sich (u. a. auch von der Landwirtschaftlichen Gesellschaft in Lochwiza), daß diese Wirkung bei dem Machorkatabak der Wirkung der Standdichte analog ist. So stellte sich in einem solcher Versuche heraus:

Zahl der Blätter	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ertrag: Pflanzengewicht in g . . .	677	758	792	865	916	1090	1133	(1073)	1129
Gewicht eines Blattes in g	11	11	9,4	8,3	(7,4)	8,2	8,2	6,5	6,3
Qualität	7,8	6,5	6,4	5,8	5	5,3	4	4,5	4

Indem wir diese Tabelle mit der weiter oben angegebenen Tabelle zur Feststellung der Einwirkung der Standdichte vergleichen, finden wir, daß eine größere Blattzahl das Gewicht der Ernte ähnlich erhöht wie die Standdichte; ebenso wie in diesem letzteren Fall ein bedeutendes Steigen des Stengelgewichtes und ein Sinken der Tabakqualität und des Blättergewichts erfolgt, obgleich dies Sinken nicht so stark ist wie im Versuch mit der Standdichte.

Im Durchschnitt betrug bei N. rustica auf der Plantage in Lochwiza bei einer Standdichte von 52 × 35 cm die beste Zahl der zurückbleibenden Blätter 6[1].

Je dünner der Stand ist, um so auffallender wird die Erntesteigerung unter der Einwirkung der Vergrößerung der Blattzahl am Stengel sein. Die Steigerung des Blattgewichtes bei geringerer Blattzahl am Stengel erfolgt, wie der Versuch zeigte, nicht nur infolge der Vergrößerung der Oberfläche sondern auch infolge der Vergrößerung der Blattdicke:

Anzahl der Blätter	2	4	6	8	10
Trockensubstanz eines 100 qcm großen Blatteiles	0,782	0,526	0,408	0,389	0,386

Besitzen Blätter von gleichgroßer Fläche verschiedenes Gewicht, so ist verständlich, daß der schwerere Teil auch der dickere ist; wir wissen aber schon, daß dicke Blätter schwerer verbrennen. Deswegen ist es nicht gut, die Blattzahl am Stengel zu sehr zu verringern, und zwar nicht nur in Hinsicht auf die Quantität sondern auch auf die Qualität. Die chemische Analyse zeigt, daß bei geringerer Blattzahl ihr Gehalt an Eiweißstoffen und Nicotin höher ist als bei einer größeren Zahl. Dies zeigte sich z. B. im Versuch von Behrens folgendermaßen:

Die Pflanzen enthielten in %	Stickstoffsubstanzen	Nicotin	Verbrennung (Glühdauer) Sekunden
Ganze, nicht geköpfte Pflanzen . .	2,93	1,20	15—17
Pflanzen mit 16 Blättern	3,33	1,28	11
,, ,, 12 ,, ...	3,48	1,56	5—7
,, ,, 8 ,, ...	3,77	1,80	6—6

Je mehr Blätter zurückbleiben, um so weniger enthalten sie also Eiweißstoffe (um so besser verbrennen sie folglich auch und erzeugen dabei keinen scharfen Geruch) und Nicotin, um so rascher ist ihre Verbrennung und um so weniger stark sind sie.

Übrigens hängen die Tabakeigenschaften auch noch wesentlich von den nachfolgenden Operationen ab (Trocknung und Gärung). So sinkt z. B. die Eiweißmenge bei normaler Bearbeitung stark.

[1] Chutorjanin 1914, Nr 16.

Bei der Bestimmung der Optimalzahl der Blätter muß man sämtliche obigen Ausführungen beachten.

Der Verfasser des genannten Berichtes über die Versuche in Lochwiza zieht die Folgerung, daß man auf dem Stengel mehr Blätter zurücklassen soll, als es gewöhnlich bei uns getan wird; wenn in diesem Falle ihre Größe und Qualität etwas sinkt, so wird dies wohl kaum eine wesentliche Bedeutung im Vergleich mit den günstigen Seiten (Vergrößerung der Menge) haben. Aber wir wollen bemerken, daß ähnliche Folgerungen keine allgemeine Bedeutung besitzen, daß nicht nur die Kulturverhältnisse, die Sorte usw. das Ergebnis ändern werden, sondern auch wirtschaftliche Verhältnisse (die Bezahlung der Blätter verschiedener Größe und verschiedener Qualität). Bei uns in der Ukraine läßt man meistens 5—8 Blätter an jeder Pflanze. Bei dem Machorkatabak wird ein mäßiges Entfernen der *unteren* Blätter (nicotinarm) als erforderlich angesehen. Aber bei uns wird dieses Abreißen manchmal zu der Zeit mißbraucht, wenn die oberen Blätter noch nicht genügend entwickelt sind, so daß die Pflanze eines bedeutenden Teiles der Assimilationsoberfläche beraubt wird; dies wird zum Teil durch den Wunsch, stärkeren Tabak zu erhalten, hervorgerufen.

Ein ganz anderes Bild beobachten wir in der Krim und im Kaukasus, wo viel mehr Blätter zurückgelassen werden, und zwar nicht nur, weil die Pflanze im Süden bei längerer Vegetationsperiode und allmählicher Ernte eine große Blattzahl entwickeln kann, sondern auch weil beim Anbau der Zigarettentabaksorten ein anderes Ziel verfolgt wird als beim Anbau des Machorkatabaks. Bei einer größeren Blattzahl wird der Tabak weniger stark, die Größe der Blätter wird ebenfalls geringer. Es folgen hier als Beispiel die Ergebnisse eines Versuches mit Zigarettensorten (Platana), die in Relativzahlen ausgedrückt sind:

Anzahl der Blätter	6	9	12	15	18
Ertrag	1	1,24	1,44	1,71	1,74
Qualität des Tabaks .	1	1,25	1,69	1,49	1,33

Was die *Qualität der Blätter* anlangt, die am Stengel in verschiedener Höhe sitzen, so unterscheiden sie sich zum Schluß der Vegetationsperiode sowohl in ihrer Größe als auch in ihrer Zusammensetzung voneinander stark. Der Fläche und dem Gewicht nach sind die obersten Blätter die größten (werden die oberen Blätter nicht entfernt, so sind die mittleren Blätter die größten). Der verhältnismäßige *Nicotingehalt* im Versuch von SCHLOESING betrug:

	In den unteren Blättern	In den mittleren Blättern	In den oberen Blättern
Nikotingehalt	1	1,56	1,96
Gewicht eines Blattes .	1	1,62	2,08

	In den untersten Blättern %	In den mittleren Blättern %	In den obersten Blättern %
Aschegehalt nach NESSLER	3	23	19

Fügt man hier noch hinzu, daß sich der Gehalt an K_2CO_3 (2,01—1,35—1,26) in derselben Richtung änderte, so wird die Folgerung der besten Verbrennung der untersten Blätter klar sein; aber man muß beachten, daß die Verbrennung nicht der einzige Faktor ist, der die Qualität des Tabaks bestimmt.

Das *Abbrechen der Gipfel* erfolgt dann, wenn sich die Blütenknospe auf dem Blütenstengel genügend aus den sie umhüllenden Blättern hervorgeschoben hat. Vor diesem Zeitpunkt sind die Pflanzen noch nicht genügend ausgewachsen.

Ihre Blätter sind klein und sitzen dicht aneinander, weswegen das Abbrechen der Gipfel vor dem genannten Zeitpunkt eine Verzögerung im Wachstum und den Verlust der wertvollen Blätter nach sich ziehen kann.

In den verschiedenen Ländern und bei den verschiedenen Anbaumethoden werden die Pflanzen verschieden verkürzt; ihre Höhe schwankt nach dieser Operation zwischen 30 und 90 cm. Die Sorten des Zigarrentabaks werden stärker verkürzt als diejenigen des Zigarettentabaks.

Infolge der Beseitigung der Gipfel beginnt eine verstärkte Bildung von *Seitentrieben*, die den Blättern Nährstoffe entziehen und ihr Gewicht und ihre Stärke verringern, weswegen diese Seitentriebe auch entfernt werden. Zu diesem Zwecke wrden die Seitentriebe herausgekniffen oder abgedreht oder mit einer Schere herausgeschnitten; diese Operation wird mehrmals wiederholt[1], weil sich mit der Entfernung eines Achseltriebes in derselben Achsel Triebe aus der 2., 3. Knospe usw. zu bilden beginnen. Beide Arbeiten (das Abbrechen der Gipfel und das Entfernen der Seitentriebe) müssen sehr vorsichtig ausgeführt werden, um nicht die ganze Pflanze zu beschädigen, und sie müssen nach Möglichkeit bei trockenem Wetter ausgeführt werden; bei nassem Wetter verderben die Blätter durch Berührung. Vor allem ist es gut, das Entfernen der Seitentriebe in einer heißen Tageszeit auszuführen, weil bei trübem Wetter morgens und abends alle Pflanzenteile zu saftig sind und zu leicht brechen. Beim Abbrechen der Gipfel ist dieser zweite Grund nicht in dem Maße bedeutungsvoll,weil diese Arbeit in einem früheren Entwicklungsstadium ausgeführt wird, wenn sich die Pflanzen noch nicht so eng berühren.

7. Reife, Ernte und Trocknung der Tabakblätter.

Ende August oder im September, je nach Wetter und Sorte, wird der Tabak *reif*; natürlich wird er vom technischen Standpunkt aus als reif gesehen, d. h. seine Blätter werden gebrauchsfähig. Die *äußeren Merkmale* des reifen *Zigarrenblattes* sind: Die glänzenden dunkelgrünen Blätter werden *matt*, der Turgor sinkt, die Blätter bedecken sich mit *gelblichen Flecken* und mit einem wachs- und sammetartigen Überzug, durch den sie etwas klebrig werden; sie erhalten eine gewisse *Widerstandsfähigkeit* und *Dehnbarkeit*.

Diese Veränderungen sind bei den verschiedenen Sorten und für die verschiedenen Bodenverhältnisse nicht dieselben. So werden die Blätter der Zigarettensorten auf leichten Böden gleichmäßig gelb ohne vorheriges Auftreten von Flecken.

Für den *Zigarettentabak* tritt die Reife etwas *später* ein, wenn sich die gelben Flecke auf dem ganzen Blatt verteilen, indem sie dem Blatt eine *gleichmäßige gelblichgrüne* Farbe verleihen. Überreife, ebenso nicht voll ausgereifte Blätter sind für den Gebrauch untauglich, weil die ersten zu brüchig sind und unerwünschte Veränderungen in der Zusammensetzung zeigen, und weil die zweiten beim Trocknen leicht faulen und schwarz werden. Den äußeren Merkmalen entsprechen gewisse *innere* Veränderungen des reifen Tabakblattes, die durch das Mikroskop und durch die chemische Analyse festgestellt werden. Das Mikroskop stellt in solchem Blatt eine Überfüllung der Chlorophyllkörner mit Stärke und eine örtliche Zerstörung des Chlorophylls fest, was in den gelben Blättern auf der Blattoberfläche in Erscheinung tritt. Die Analyse zeigt ein allmähliches Steigen des Stärkegehaltes in den Blättern mit ihrer Reife. So fand Müller-Thurgau folgenden Stärkegehalt (in Prozent der Trockensubstanz):

[1] Ein Beispiel der Ergebnisse der Plantage in Lochwiza:

Die Seitentriebe wurden alle	5	Tage entfernt:	Ertrag	34	dz,	Qualität	6,5
,,	,,	,,	,,	10	,,	,,	,,	32	,,	,,	6,0
,,	,,	,,	,,	20	,,	,,	,,	26	,,	,,	4,5

in grünen Blättern	31 %
zu Beginn der Reife	38 %
bei Vollreife	42 %

Die *Aschemenge* wächst ebenfalls allmählich; NESSLER fand z. B. in den Blättern:

Mitte August . . .	11 %	Asche
im September . . .	23 %	„

Die Reifezeit hängt außer von den Wärmeverhältnissen auch von den Besonderheiten der Sorte, von den Bodeneigenschaften, von der Zeit des Auspflanzens in das Feld und von anderen Umständen ab.

Auf den Zeitpunkt der Reife wirken ferner auch die *Kulturmaßnahmen* ein. So fiel die Tabakernte in den Versuchen der Lochwizaer Landwirtschaftlichen Gesellschaft je nach der Zahl der auf dem Stengel zurückgebliebenen Blätter und nach der Dichte des Standes der Pflanzen auf verschiedene Zeiten, und zwar:

bei 4 Blättern	auf den 9. August	bei der Entfernung von 48×53 cm	auf den 31. Juli
„ 5 „	„ „ 11. „	„ „ „	„ 70×53 „ „ „ 3. August
„ 6 „	„ „ 13. „	„ „ „	„ 53×18 „ „ „ 8. „
„ 7 „	„ „ 15. „	„ „ „	„ 35×18 „ „ „ 10. „
„ 8 „	„ „ 25. „		

d. h. bei dünnerer Verteilung und bei geringer Blattzahl wird der Tabak früher reif. Das frühe Pflanzen beschleunigt etwas den Eintritt der Ernte, aber der Unterschied in der Erntezeit ist geringer als der Unterschied in der Zeit zwischen der frühen und späteren Auspflanzung, weil die später ausgepflanzten Pflanzen ihre Vegetationsperiode verkürzen. Z. B. kann sie bei frühem Auspflanzen 90 Tage, bei mittlerem 77 Tage und bei späterem Auspflanzen 66 Tage betragen (Loshwiza). Die untersten Blätter, die sog. „Sandblätter", reifen früher als die mittleren, die „Erdblätter", und die letzteren wiederum früher als die obersten, die „besten" Blätter.

Die teilweise *Ernte* der Blätter kann im Süden Mitte Juli beginnen, in der Krim sogar Ende Juni und kann bis Ende September dauern.

Überhaupt wird die Tabakernte entweder *periodisch* ausgeführt, indem man mit den untersten Blättern beginnt, in drei (z. B. Holland, Ukraine) oder in zwei Abschnitten (Frankreich) oder auch gleichzeitig wie in der Krim, wobei die Blätter entweder alle zusammen abgenommen werden oder die ganze Pflanze abgeschnitten wird. Die *periodische Ernte* hat wesentliche Vorteile: 1. gewährt sie die Möglichkeit, sämtliche Blätter im Moment ihrer vollen Reife auszunutzen; 2. erlaubt sie, größere Erträge zu gewinnen, weil nach dem teilweisen Entfernen der Blätter die zurückbleibenden Blätter infolge eines größeren Licht- und Luftzutrittes ihr Wachstum verstärken können; 3. schützt sie den Landwirt besser gegen verschiedene Unbilden (Hagel, Frühfröste usw.); er kann wenigstens einen Teil der Ernte vor solchen Schäden retten; 4. erleichtert sie das Sortieren, weil die Blätter recht gleichmäßig werden, und das Trocknen des Tabaks, weil ein Teil der Blätter, die früher geerntet worden sind, noch bei warmem Wetter vollständig ausgetrocknet werden können, bevor der nächste Ernteabschnitt einsetzt; auf diese Weise wird die zum Trocknen erforderliche Fläche verringert; 5. verlangt schließlich die abschnittweise ausgeführte Ernte weniger Arbeitskräfte als eine Ernte, die auf einmal ausgeführt wird; dies erlaubt aber, die Arbeitskräfte gleichmäßiger auf die ganzen Wirtschaftsarbeiten zu verteilen. Die Nachteile der periodischen Ernte (die verstärkte Bewegung in der Plantage, wodurch ein größerer Teil der Pflanzen gebrochen werden kann, die vielen Arbeitsstunden, die sie in der Summe verlangt) sind im Vergleich mit den oben angeführten Vorteilen unbedeutend, deswegen wird sie auch oft angewandt.

Übrigens hängt die Wahl der einen oder der anderen Erntemethode wesentlich vom Klima ab. In Gegenden mit langem mäßig warmem Sommer und mildem Herbst ist die periodische Ernte unbedingt vorteilhafter, weil je nach der Entfernung der reifen Blätter die Pflanze immer wieder neue Blätter entwickelt. In Gegenden aber mit mehr kontinentalem Klima, bei kurzem und heißem Sommer und kaltem Herbst, wenn die Entwicklung der Pflanze rasch und ziemlich gleichmäßig vor sich geht, und wenn man sich mit der Ernte beeilen muß, um vor Eintritt der Kälte fertig zu werden, kann eine Gesamternte eher am Platze sein.

Bei uns im Süden wird der Zigarettentabak immer in einzelnen Blättern geerntet. Der Machorkatabak wird in der Ukraine gewöhnlich in ganzen Pflanzen geerntet, abgesehen von den untersten Blättern, die früher geerntet werden. Die Zigarrensorten werden in den verschiedenen Gegenden verschieden geerntet.

Die Ernte wird nach Möglichkeit bei *klarem und trockenem Wetter* ausgeführt, weil die nassen Blätter leicht schmutzig, oft schwarz und während der Trocknung schlecht werden. Deswegen wartet man am Morgen mit der Ernte solange, bis der Tau abgetrocknet ist. In den heißesten Tagesstunden wird die Ernte ebenfalls unterbrochen, weil die Blätter welk werden; sie werden leicht zerknüllt und kleben aneinander, was eine Bildung dunkler Flecken nach sich zieht. Wird nur ein Teil der Blätter abgenommen, so ist man bemüht, den Stengel nicht zu beschädigen. Die abgenommenen Blätter werden regelmäßig aufeinandergepackt, in kleinen Haufen auf die Erde gelegt. Manchmal werden sie bereits auf dem Felde auf Schnüre gezogen, wenn unter freiem Himmel auf der Plantage selbst getrocknet wird. Gewöhnlich aber werden sie auf den Hof gefahren, wobei man alle Vorsichtsmaßnahmen trifft, um sie beim Transport nicht zu beschädigen. So werden die Tabakbündel oft mit Stroh, Bindfaden oder Bändern zusammengebunden, auf Wagen mit einer Strohunterlage gelegt usw.

Bei der *Ernte des Machorkatabaks* erfolgt das Abhacken der Tabakpflanzen entweder durchweg oder wahlweise, wenn die Reife nicht genügend gleichmäßig verläuft, wobei die abgehackten Pflanzen so hingelegt werden, daß die Schnittfläche des Stengels der Sonne zugewendet ist. Die dicken Stengel werden manchmal gespalten, um das Trocknen zu beschleunigen. In solcher Lage wird der Tabak mehrere Stunden aufbewahrt, bis die Pflanzen so weit welk geworden sind, daß sie beim Transport nicht mehr brechen. Danach wird der Tabak in Haufen gelegt bis zu 70 cm Höhe, mit den Stengeln nach einer Richtung; diese Maßnahme dient dazu, den Tabak sowohl vor dem Austrocknen als auch vor Regen zu schützen; später wird der Tabak von diesen Haufen in den Trockenschuppen gefahren.

Das, was man mit dem *Trocknen des Tabaks* bezeichnet, ist gar kein einfaches Trocknen. Trocknet man ein Tabakblatt schnell, so bleibt es grün, es wird nicht so weich und widerstandsfähig sein und wird nicht die chemische Zusammensetzung besitzen wie ein Blatt, das normal „getrocknet" worden ist in dem Sinne dieses Wortes, den die Tabakbauer diesem Vorgang verleihen. Der wesentlichste Teil dieses Prozesses ist die erste Periode, das sog. *Abwelken* der Tabakblätter, bei dem man bestrebt ist, gerade das Austrocknen zu vermeiden; man nutzt aber die Veränderungen aus, die in einem lebenden Blatt vor sich gehen, wenn dieses Blatt in den Schatten gebracht wird bei einer für die Atmungsprozesse günstigen Temperatur. Weil dabei die grüne Farbe verschwindet und sich z. B. bei den Zigarettensorten in eine „gelbe" Farbe verwandelt, so wird in diesem Falle das Abwelken „*Gelben*" des Tabaks genannt.

Das Abwelken wird entweder als getrennte Operation, solange der Tabak noch nicht auf Schnüre gezogen ist, ausgeführt oder, indem man die Dichte

des auf Schnüre gezogenen Tabaks reguliert, führt man das Abwelken als das erste Stadium der „Trocknung" im technischen Sinne des Wortes aus.

Im ersten Fall wird der Tabak in einer nicht zu dicken Schicht (9—18 cm) auf dem Fußboden gelagert, mit dem Ansatz der Blätter nach unten, so daß die Blätter in geneigter Lage liegen und sich unmittelbar aneinanderlegen. Nach 24 Stunden erfolgt eine Erwärmung (durch den Zerfallprozeß, der in dem lebenden Blatt vor sich geht, aber nicht durch die Tätigkeit von Mikroben). Es ist also erforderlich, daß die Temperatur in den Haufen nicht die Temperatur frisch gemolkener Milch überschreitet; man läßt sie am besten nicht über 32—35° C steigen. Zu diesem Zweck wird der Tabak, falls er zu warm wird, umgeschichtet, damit er abkühlt. Wird der Tabak gelb, so wird er auf Schnüre gezogen und zur weiteren Trocknung aufgehängt.

Im zweiten Fall, was bei warmer Jahreszeit üblicher ist, wird der Tabak unmittelbar nach der Ernte auf Schnüre gezogen und in Trockenschuppen aufgehängt. Man kann den Tabak, anstatt ihn auf Schnüre zu ziehen, auch auf Holznadeln spießen. Die Schnüre werden mit einer Metallnadel durchgezogen, wobei man die Nadel durch die Hauptrippe in der Nähe des Blattansatzes, seiner Fläche parallel, durchzieht. Die ganzen Pflanzen werden ebenfalls entweder auf Holznadeln, mehrere auf eine, gezogen, oder jeder Stengel wird durch ein Holzpfählchen oder mit einem Bindfaden an einem Querbalken befestigt; die Pflanzen hängen dann auf zwei Seiten des Balkens herunter. Oder aber man bindet die Stengel paarweise zusammen und hängt so jedes Paar über eine Stange usw. Bei der Trocknung des Tabaks (im weiteren Sinne dieses Wortes) werden drei Stadien unterschieden: 1. *das „Abwelken"* ist ein Prozeß, der, wie gesagt, in den noch lebenden Blättern vor sich geht und eine sehr rasche Veränderung ihrer Zusammensetzung zur Folge hat; wie bereits gesagt, kann das Abwelken manchmal auch schon beginnen, bevor der Tabak im Trockenraum aufgehängt ist. 2. *Das Trocknen der Blattspreite*, das hauptsächlich auf ein einfaches Austrocknen mit einer unbedeutenden Veränderung der Zusammensetzung hinausläuft und 3. das *Austrocknen* des Haupt*nervs* und des Blatt*stieles*.

Die Trocknung kann entweder unter freiem Himmel (*Lufttrocknung*) oder unter Dach stattfinden (Trocknen in *offenen* und *geschlossenen* Räumen). Endlich kann sie durch Verbrennungsprodukte oder durch erwärmte Luft stattfinden — *Feuertrocknung*. Gewöhnlich wird aber das Trocknen unter freiem Himmel mit der Trocknung unter Dach kombiniert, indem man den Tabak bei klarem Wetter draußen läßt und ihn bei schlechtem Wetter oder entsprechend dem Stadium der Trocknung unter Dach bringt. Die *Trockenräume* sind entweder offen in Form einfacher Dächer oder geschlossen, Schuppen mit beweglichen oder unbeweglichen Stützen zum Aufhängen des Tabaks oder verschiedene Trockenanlagen, die gewöhnlich ein Gebäude mit einem hohen Dach und einem System von Querbalken unter diesem Dach zum Aufhängen des Tabaks darstellen. Manchmal werden ganze Rahmen mit daranhängendem Tabak aus dem Gebäude hinausgeschoben, oder die Schnüre mit den Blättern werden, wie bei uns in der Krim, auf Pfähle gehängt, die leicht aus dem Schuppen auf in der freien Luft befindliche Böcke hinausgetragen werden können. Zur Ventilation — diese ist zur Entfernung der Wasserdämpfe und Regulierung der Temperatur notwendig — werden in den Räumen verschiedene Vorrichtungen getroffen. So werden Backsteinwände nicht massiv gebaut, sondern es wird nach jedem Stein ein Zwischenraum gelassen, oder die Wände werden aus kurzen Drainageröhren hergestellt, die quer zu den Wänden verlaufen. Bei Holzwänden wird die Durchlässigkeit dadurch erreicht, daß man Jalousien errichtet, oder daß senkrecht stehende Bretter, welche die Wände bilden, sich so drehen können, daß man je

nach Wunsch den Luftzutritt zum Trockenraum verringern oder vergrößern kann. Manchmal können ganze Wandteile wie Läden auf- und zugemacht werden. Bei billiger Bauart werden die Wände manchmal aus Flechtwerk hergestellt.

Je nach der Außentemperatur wird die Temperatur im Innern des Raumes durch dichteres oder dünneres Aufhängen des Tabaks und durch Öffnen der Wandöffnungen reguliert.

Bei der *Feuertrocknung* hat man die Möglichkeit, die Temperatur in voller Unabhängigkeit von dem Wetter zu regulieren und die Trocknung wesentlich zu beschleunigen. Das Trocknen des Zigarettentabaks wird auf folgende Art ausgeführt. Zuerst wird die Temperatur im Trockenraum bis auf 25—30° C gesteigert und auf dieser Höhe 24 Stunden lang gehalten. Dann wird die Temperatur auf 35—37° C erhöht. Das Abwelken (Gelben) wird unter Beobachtung der Farbveränderung der Blätter ausgeführt. Wird der Tabak gelblich und welk, so wird die Temperatur erhöht, und es beginnt das Trocknen im eigentlichen Sinne des Wortes. Die zum Abwelken erforderliche Zeit hängt von den Eigenschaften des Tabaks ab. Ist er auf leichtem Boden gewachsen und völlig ausgereift, so kann das Abwelken in 24 Stunden beendet sein. Ist der Tabak aber unreif, oder ist er auf zu fruchtbarem Boden gewachsen, so können zweimal 24 Stunden und noch mehr benötigt werden.

Nach Schluß des Abwelkens wird die Temperatur bei der erforderlichen Ventilation bis auf 45° C und dann auch bis auf 50° C gesteigert. Diese Schlußtrocknung der Blätter kann nach dem erledigten Abwelken 15—20 Stunden dauern. Danach werden noch Mittelnerv und Blattstiel bei einer Temperatur von 65° C im Laufe von 12—13 Stunden getrocknet. Beim Zigarrentabak dauert der Abwelkprozeß bei geringerer Ventilation und bei langsamerer Temperatursteigerung länger.

Ein recht wesentlicher Vorteil der Feuertrocknung vor der gewöhnlichen Lufttrocknung besteht außer der Unabhängigkeit vom Wetter darin, daß der Tabak innerhalb einiger Tage trocken wird (3—5 Tage, während die Lufttrocknung 1 oder 2 Monate verlangt). Infolgedessen beansprucht sie wenig Raum, weil innerhalb einer Saison mehrere Tabakpartien durch die Trockenanlage hindurchgehen können. Die größten Veränderungen erfolgen während des Abwelkens. Außer der Veränderung der Farbe aus Grün in Gelb oder Braun erfolgt ein starker *Verlust* an *Kohlehydraten* infolge der gesteigerten Energie der Atmung. Nach der Bestimmung von Müller-Thurgau änderte sich der Gehalt an Stärke und Glykose innerhalb von 3 Tagen wie nebenstehend.

	Die Blätter enthielten von 1 qm	
	Stärke g	Glykose g
Frisch	10,5	5,5
Nach 3 Tagen . . .	2,3	2,5

Zum Schluß dieser Periode weist Jod oft überhaupt keine Stärke mehr nach, während es in den frischen Blättern eine saftigblaue, fast schwarze Färbung erzeugt. Infolge des hohen Stärkegehaltes in den frischen Blättern (30—40%) erfolgt beim Abwelken eine starke *Gewichtsabnahme* der Blätter; z. B. in dem zitierten Versuch von Müller von 51 auf 38 g, umgerechnet auf eine Fläche von 1 qm. Außerdem sammeln sich während dieser Zeit bis 20% *organische Säuren an*, Zitronensäure, Apfelsäure und zum Teil Oxalsäure. Die *Eiweißarten* zerfallen energisch, indem sie Asparagin und andere Amidoverbindungen bilden. Alles dies kann nur in lebenden Blättern erfolgen, ähnlich wie sich die Prozesse abspielen, wenn man eine Pflanze im Dunklen keimen läßt, und überhaupt immer, wenn lebende Pflanzen oder ihre Teile für eine mehr oder weniger lange Zeit beschattet werden; deswegen wird auch beim Abwelken empfohlen,

die direkte Sonnenbestrahlung der Tabakblätter zu unterbinden. Zur Bestätigung dieser Tatsache kann man folgenden Versuch von MÜLLER-THURGAU anführen. Er analysierte einerseits durch Chloroform getötete und ausgetrocknete Pflanzen, andererseits solche Pflanzen, die im lebenden Zustand getrocknet wurden[1]. Es stellte sich heraus, daß die Pflanzen enthielten:

	Eiweiß-stickstoff %	Amid-stickstoff %	Nicotin %	Stärke %
Durch Chloroform getötete und getrocknete Pflanzen	82,5	14,5	3	*sehr viel*
Lebend getrocknete Pflanzen	42,6	49,9	4,25	*keine*

Wir sehen, daß der Eiweißgehalt fast um das Doppelte gesunken ist. Der Nicotingehalt ist natürlich nur relativ gestiegen. Infolge des Verlustes an organischer Substanz *steigt der Gehalt an Asche.* Unter anderem steigt der Gehalt an Schwefel in Form von schwefelsauren Salzen, was mit dem Zerfall der schwefelhaltigen Eiweißstoffe zusammenhängt. Der Gehalt an in Äther löslichen Stoffen sinkt etwas infolge des Verlustes an flüchtigen Substanzen, aber offenbar ohne Nachteil für die Qualität des Produktes, sondern sogar eher zu seinem Vorteil. Auf diese Weise befreit das Trocknen in seinen ersten Stadien (das sog. Abwelken) die Tabakblätter von dem Überfluß an Eiweißstoffen, es erhöht den Prozentsatz an Asche und an organischen Säuren infolge des Stärkeverbrauches. All dieses hat für die Verbesserung des Produktes Bedeutung, weil die Eiweißarten die Verbrennung herabsetzen und den starken Geruch bedingen; deswegen ist es wünschenswert, sie zu zerstören. Die Erhöhung des Aschegehaltes muß auf die Verbrennung ebenfalls günstig einwirken. Die Ansammlung der organischen Säuren aber hat nach den Beobachtungen von BEHRENS eine Bedeutung in der Bestimmung der physikalischen Eigenschaften des Blattes. Offenbar hängt der Gehalt an hygroskopischer Feuchtigkeit im Blatt von dem Säuregehalt ab; hiervon wiederum hängt der Grad der Biegsamkeit, der Dehnbarkeit ab, die vom Tabakblatt bei der Zigarrenherstellung verlangt wird.

Die Summe der Prozesse, die bei dem Abwelken der Tabakblätter vor sich gehen, entspricht dem, was die Physiologen kurz mit *„Hungerstoffwechsel"* bezeichnen, d. h. ein Überwiegen der Prozesse des Zerfalls über die Prozesse der Synthese, was in erster Linie in dem Gewichtsverlust in Erscheinung tritt. Ähnlich wie die keimenden Samen verlieren die Tabakblätter in der ersten Periode der Trocknung 10—15 % Trockensubstanz. Aber es erfolgt eine teilweise Synthese, die durch die Ansammlung von Asparagin bewiesen wird, an dessen Bildung der Ammoniak, der bei der Oxydation der Aminosäuren entsteht, beteiligt ist; außerdem ist dabei die Apfelsäure beteiligt, die bei der Oxydation der Kohlehydrate entsteht. Die Oxydationsprozesse erfolgen im betreffenden Fall mit besonderer Energie nicht nur unter der Einwirkung der Temperatursteigerung sondern auch dadurch, daß das Welkwerden der Blätter eine erhöhte Konzentration der Kohlehydrate im Zellsaft hervorruft, wodurch die Atmungsprozesse stimuliert werden, solange der Wasserverlust eine bestimmte Grenze nicht überschreitet[2]. Mit der größten Energie erfolgt das Oxydieren in der Anfangsperiode, noch bevor die Tabakblätter beginnen, gelb zu werden. Überschreitet der Wasserverlust aber eine bestimmte Grenze, so beginnt ein Absterben des

[1] Das heißt so, wie die Tabakblätter gewöhnlich getrocknet werden.

[2] Siehe Literaturangaben über diese Frage bei SMIRNOW: Die Faktoren der Anfangsbearbeitung der Tabakblätter. Krassnodar 1925.

Blattes, das außer durch den Wasserentzug des Plasmas auch noch durch die Bildung von Ammoniak hervorgerufen werden kann, der gewöhnlich dadurch unschädlich gemacht wird, daß er in Amide übergeht (hauptsächlich in Asparagin). Aber bei Mangel an Kohlehydraten oder bei Zerstörung der synthetischen Funktionen in der Pflanze[1] kann der Ammoniak als solcher angesammelt werden und dann das Absterben des Plasmas in den Blattzellen hervorrufen.

Das Auftreten der *gelben Farbe* wird durch die Zerstörung des Chlorophylls hervorgerufen, das in einem normalen Blatt die gelben Pigmente überdeckt. Das Auftreten der *braunen Farbe* aber wird durch die Oxydation der Polyphenole erklärt, die bei der Spaltung der Glykoside unter der Einwirkung der hydrolytischen Prozesse entstehen und dann infolge der Anwesenheit von Oxydase zu Produkten oxydiert werden, die eine gelbe und braune Farbe besitzen.

Es ist interessant, daß die empirisch ausgearbeiteten Regeln der Temperaturregelung bei der Feuertrocknung mit den physiologischen Angaben über optimale Temperaturen für die Atmungsprozesse gut übereinstimmen. Der Umstand aber, daß sogar bei der Beendung des Abwelkens die Temperatur vorsichtig erhöht wird, derart, daß die größte Erwärmung nur dann erfolgt, wenn das Blatt bereits trocken ist und nur noch der Mittelnerv und der Blattstiel zu trocknen übrigbleiben, scheint dazu geeignet, die Fermente, die in trockenem Zustand eine größere Erwärmung vertragen als im feuchten, zu erhalten. Die Erhaltung der Fermente ist für die Schlußoperation, die sog. „Gärung" oder Fermentation des Tabaks, erforderlich.

Die getrockneten Blätter werden *sortiert*, wonach sie zu 5—12 Stück in kleine und zu 20—30 Stück in größere Bündel gepackt werden. Dabei gibt man diesem Bündel manchmal eine besondere Form, um dadurch eine größere Dichtigkeit und Regelmäßigkeit der Lagerung herbeizuführen.

Die *Erträge* an Tabakblättern schwanken zwischen 7,5—22,5 dz und sogar bis 30 dz je Hektar, je nach der Sorte, den Klima- und Bodenverhältnissen usw.

Die *Samengewinnung* macht beim Tabak keine großen Schwierigkeiten, weil jede Pflanze eine außerordentlich große Samenzahl bildet, sofern die klimatischen Verhältnisse die normale Reife der Samen nicht verhindern. I. A. Stebut hebt hervor, daß eine Pflanze 30—35 g Samen liefern kann, was zum Anpflanzen eines Hektars mit Sämlingen vollkommen ausreicht, weil infolge ihrer Kleinheit nicht viel Samen gebraucht werden. Aus denselben Gründen ist auch der Bezug der Samen nicht teuer. Zur *Züchtung* der Samen werden die besten Pflanzen ausgewählt. Sie werden in großem Abstand gepflanzt, ihre Seitentriebe werden sorgfältig entfernt, manchmal werden auch die später auftretenden Blütenknospen abgerissen. Das Abreißen der Blätter wird nicht empfohlen, weil sonst die Qualität (Gewicht) der Samen verringert werden kann. Manchmal werden die Samenpflanzen zuerst in Töpfen gezogen und dann erst ins Feld ausgepflanzt. Als Merkmale der reifen Samen gelten: das Braunwerden der Kapseln und die Kastanienfarbe der Samen. Will man die Samen aufbewahren, so soll man sie nicht dreschen, sondern in den Kapseln belassen, weil in diesem Zustande ihre Eigenschaften besser erhalten bleiben.

Hiermit endet gewöhnlich die Rolle des Tabakanbauers.

Von den Tabakfabriken werden die Blätter noch einer *Gärung* unterzogen (*Fermentation des Tabaks*), wozu der Tabak in besonderen Räumen in Haufen zusammengelegt wird (bis zu 1 m hoch und noch mehr). Die Größe der Haufen hängt von dem Grad der Trockenheit der Blätter und der Lufttemperatur im

[1] Die Aufzählung solcher Fälle siehe z. B. in der Arbeit des Verfassers: Über Ammoniakausscheidung durch Keimlinge. Biochem. Z. 1928.

Gärungsraum ab. Je trockner der Tabak und je niedriger die Temperatur ist, um so höher werden die Haufen angelegt und umgekehrt.

Die *Veränderungen in der Zusammensetzung* der Blätter bei der Gärung sind *nicht so stark* (im ganzen beträgt der Verlust etwa 5 %) wie beim Trocknen und laufen hauptsächlich auf eine Verringerung des Gehaltes an Nicotin und Salpeter und auf die Erhöhung des Ammoniakgehaltes (bis zu 0,5 %) hinaus. Der Nicotingehalt sinkt gewöhnlich, was beim Gewinn feiner Tabakarten hoher Qualität von Bedeutung ist. Im Ätherauszug steigt der Gehalt an einigen Substanzen, die das Aroma des Tabaks erhöhen. Das Verhältnis zwischen den flüchtigen und nichtflüchtigen Säuren ändert sich, was sich auf die Qualität des Tabaks auswirkt. Das Verhältnis der Eiweißstoffe zu den Amidoverbindungen ändert sich wenig. Es folgen Zahlen für einen der Versuche von BEHRENS:

	Gesamtstickstoff	Eiweißstickstoff	Nicotin	Fett	Organ. Säuren (nicht flüchtig)	Flüchtige Säuren	Kohlehydrate	P_2O_5	Asche
Nach dem Trocknen	3,09	1,30	1,46	9,41	16,81	0,124	1,26	0,201	19,83
Nach der Gärung .	3,27	1,36	1,07	8,34	14,45	0,299	—	—	21,11

Die *Temperatur* bei der Gärung steigt je nach den Eigenschaften des Tabaks mehr oder weniger rasch. So betrug z. B. in einem Falle die Temperatur in einem Tabakhaufen von 50 dz:

Zu Beginn der Gärung . . . 9° C
nach 5 Tagen . . . . . 48° C
nach 11 Tagen . . . . . 56° C

Steigt die Temperatur zu hoch (z. B. über 65° C), so wird sie durch Umschichten des Haufens herabgesetzt.

Die Gärung des Tabaks wird gewöhnlich als ein Prozeß angesehen, der durch die Tätigkeit von Bakterien hervorgerufen wird[1]. Dies veranlaßte einige Autoren, eine Impfung des Tabaks mit Bakterienkulturen, die von bekannten guten Sorten stammen, vorzuschlagen (z. B. vom Havannatabak). Indessen brachte dieser Vorschlag bei näherer Untersuchung nicht die gewünschten Ergebnisse (SUCHSLAND).

Eine andere Ansicht vertrat LOEW schon im Jahre 1900. Er nahm an, daß hierbei oxydierende Fermente die Hauptrolle spielen, weil die Feuchtigkeit des Tabaks für die Entwicklung der Bakterien zu gering ist. Ferner bestritt JENSEN (1908) jegliche Beteiligung irgendwelcher biologischer Faktoren bei den Prozessen der Fermentation des Tabaks, weil die Einführung antiseptischer Substanzen in diesem Falle keine hemmende Wirkung ausübt. BOEKHOUT und DE VRIES (1909) sehen den Prozeß der Fermentation als einen rein chemischen Vorgang an und bestreiten die Beteiligung sowohl von Bakterien als auch von Fermenten, indem sie annehmen, daß die Verbindungen des Eisens und Mangans, die sich in der Tabakasche finden, als Katalysatoren bei den Oxydationsprozessen dienen, wodurch auch die Kohlensäure durch die Tabakblätter bei der „Gärung" ausgeschieden wird.

Heute kann diese Frage als endgültig zugunsten der *enzymatischen Natur der Gärung* angesehen werden, infolge der Arbeiten von A. I. SMIRNOW, dem Vorsteher der Fermentationsabteilung des Tabakinstitutes in Krassnodar.

Bereits in den Jahren 1917—22 wurde dieser Gedanke von dem Mitarbeiter desselben Institutes KOLENEW[2] deswegen vertreten, weil bei der Fermentation

[1] Siehe z. B. das bekannte Handbuch von KISSLING.

[2] Nach dem Vorschlag von KOLENEW wurde die bakteriologische Abteilung des Institutes in Krassnodar in „Fermentationsabteilung" umgetauft.

sich die Bakterienmenge nicht vergrößert, sondern verringert. Aber einen entscheidenden Versuch hat KOLENEW nicht ausgeführt.

SMIRNOW zeigte, daß die Fermentation des Tabaks ein Prozeß der Autolyse ist, die sogar in einer mit Dämpfen flüchtiger Antiseptica angefüllten Atmosphäre stattfindet (d. h. ohne Beteiligung der Bakterien). Es wurde das Vorhandensein der aktiven Fermente in den Blättern getrockneten Tabaks nachgewiesen, und zwar wurden gefunden: Peroxydase, Invertase, Amylase, Proteose, Peptydase und ein ammonisierendes Ferment; ferner wurden ihre Verhältnismengen festgestellt[1]. Ferner wurde die *Wirkung der Feuchtigkeit* untersucht und gezeigt, daß der Prozeß der Fermentation bei einer derart geringen Feuchtigkeitsmenge vor sich geht, daß eine Entwicklung von Bakterien unmöglich ist. Überschreitet die Feuchtigkeit die normalen Grenzen, so ist eine Schimmelbildung möglich, wie sie auch in feuchten Lagerräumen beobachtet wird, wobei die Qualität des Tabaks sinkt. Die Schimmelpilze aber können sich bereits bei einem derartigen Feuchtigkeitsgrad entwickeln, bei welchem die Entwicklung der Bakterien noch unmöglich ist. So verläuft die Fermentation des Tabaks bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 75 % völlig normal; die Schimmelpilze beginnen ihre Entwicklung ungefähr von 85 % ab. Aber Feuchtigkeitsgrade des Tabaks, bei denen eine Bakterienbildung möglich ist, werden in den Handelslagerräumen nicht angetroffen.

Nachstehend einige Angaben für einige Pilze und Bakterien[2]:

	Minimum an Feuchtigkeit %		Minimum an Feuchtigkeit %
Aspergillus glaucus	85	Bacterium mycoides	96—97
Penicillium glaucum	85	Bacterium coli	96—97
Mucor racemosus	90	Bacterium prodigiosum . . .	96—97
Penicillium brevicaule . . .	91	Chaetocladium	98

Noch bevor die erhöhte Feuchtigkeit die Entwicklung der Schimmelpilze hervorruft, bewirkt sie einen erhöhten Verlust an Trockensubstanz, der mit den Aufgaben der Fermentation nicht übereinstimmt und deswegen verlustbringend ist. Ein Beispiel aus den Arbeiten von SMIRNOW:

Luftfeuchtigkeit . . . . . %	60	65	70	75	80
Verlust an Trockensubstanz . %	2,34	2,87	3,57	5,18	9,34

Der Verlust bei 75 % Feuchtigkeit entspricht dem gewöhnlichen Umfang, der dazu nötig ist, um das Ziel der Fermentation für erreicht zu halten. Eine weitere Steigerung der Feuchtigkeit ist deswegen, abgesehen von der Möglichkeit der Schimmelbildung, unerwünscht. Andererseits verläuft die Fermentation bei Feuchtigkeit unter 70 % nur schlecht. Deswegen kann es vorkommen, daß der Tabak in einem trockenen Klima (Krim) manchmal im Laufe einer Saison nicht ausgären kann.

Außer der Wirkung der Feuchtigkeit auf den allgemeinen Verlust an Trockensubstanz wurde in den erwähnten Arbeiten die Wirkung auf die einzelnen Bestandteile des Tabakblattes eingehender untersucht. Von den hierher gehörenden Angaben seien folgende angeführt:

Feuchtigkeit . . . . . %	60	65	70	75	80
Veränderung des Gehaltes an Nicotin . . %	—2,4	— 6,6	— 9,2	—10,2	—11,5
Veränderung des Gehaltes an Ammoniak . %	0,9	1,5	10,8	33,4	45,0
Veränderung des Gehaltes an Amiden . . %	+7,2	+21,0	—14,7	—41,7	—40,5

Die Verringerung des Nicotingehaltes nimmt mit dem Steigen der Feuchtigkeit zu. Bei 70—75 % ist sie bereits bedeutend; der Übergang zu 80 % Feuchtigkeit wirkt bereits

[1] Siehe SMIRNOW: Die Erforschung des Fermentationsprozesses der hellen Tabake. 1927.
[2] Näheres siehe bei SMIRNOW: Die Einwirkung der Feuchtigkeit der Luft auf die Fermentation des Tabaks. 1927.

nicht so stark wie das Sinken der Feuchtigkeit auf 65 % und tiefer, wenn die Abnahme des Nicotingehaltes merklich nachläßt.

Im allgemeinen hat sich herausgestellt, daß die Luftfeuchtigkeit von 70—75 % bei einer Temperatur von 30—35° C innerhalb der Haufen für die Fermentation des Tabaks als Optimum gilt. Mit Hilfe dieser Arbeiten ist es möglich geworden, Fermentationsversuche außerhalb der Saison anzustellen, und zwar gelang es in einem Lager, das 5700 dz Tabak enthielt, Fermentationsbedingungen nicht im Sommer, sondern im Dezember herzustellen, wobei der Prozeß im Laufe eines Monats bei völligem Fehlen von Schimmel, der gewöhnlich den Tabak befällt, erledigt wurde. Auf diese Weise bietet sich der Tabakindustrie eine Möglichkeit, mit Hilfe der Beherrschung der Fermentationsbedingungen den Verlauf des Prozesses wesentlich zu beschleunigen und die großen Ausgaben, die durch das lange Lagern des Tabaks in den Lagerräumen entstehen, zu verringern.

8. Krankheiten des Tabaks.

Die regelmäßige Entwicklung des Tabaks kann durch ungünstige meteorologische Erscheinungen, wie Frost, Hagel (der hier besonders gefährlich ist) und ebenfalls durch verschiedene *Erkrankungen* und *Beschädigungen* durch andere Organismen unterbrochen werden.

So verfault die junge Tabakpflanze manchmal schon im Treibbeet, wobei der untere Stengelteil schwarz wird und verfault; die Pflanze welkt und geht ein; manchmal nennt man diese Krankheit „*Schwarzbeinigkeit*". Der Urheber der Krankheit ist der Pilz *Pythium de Baryanum*, der die Tabaksaaten in der Krim oft befällt, besonders bei zu dichter Saat und starker Düngung mit Schafmist. Der Machorkatabak wird von diesem Pilz nicht befallen. Um dem Verfaulen, das durch den Pilz Pythium und zum Teil auch durch andere Pilze hervorgerufen wird, vorzubeugen, wird vorheriges Erhitzen der Treibbeeterde empfohlen; ferner alle die Maßnahmen, die zu einem Gewinn gesünderer Sämlinge beitragen, wie die Sorge um die Lüftung des Treibbeetes, die Mäßigung im Begießen und in der Anwendung der Stickstoffdüngemittel.

Von den *Tabakkrankheiten* wollen wir die *Blattfleckenkrankheit* und die *Mosaikkrankheit* erwähnen. Beide wurden für dieselbe Mosaikkrankheit des Tabaks gehalten. Aber Iwanowsky und Polowzew kamen auf Grund ihrer dreijährigen Untersuchungen zu dem Schluß, daß die beiden angenommenen Stadien der Mosaikkrankheit zwei selbständige Krankheiten sind. Das erste Stadium halten sie für eine Blattfleckenkrankheit, das zweite für die Mosaikkrankheit selbst. *Die Blattfleckenkrankheit* (auch Pockenkrankheit), die vor allem in der Ukraine, Beßarabien und in der Krim verbreitet ist, verdirbt die Blätter; diese werden brüchig, Gewicht und Qualität sinken. Der Befall mit der Blattfleckenkrankheit wird von Iwanowsky und Polowzew folgendermaßen beschrieben: „Auf einem anscheinend völlig gesunden Blatt, das daher gar keine mosaikartige Färbung hat, erscheint an irgendeiner Stelle der Blattoberfläche ein leichter Glanz, als wenn sich hier auf der Epidermis irgendein ätherisches Öl ergossen hätte. Der glänzende Fleck hat bereits die Form des künftigen Fleckes. Der Glanz wächst eine gewisse Zeitlang. Dann beginnt das Blattparenchym auf der betreffenden Stelle abzufallen, in der ganzen Ausdehnung des künftigen Fleckes zugleich. Das Blatt wird an dieser Stelle etwa nur halb so dick, und der Fleck ist an sich schon fertig. Später trocknet der Fleck ein, er wird braun; später kann er weiß werden, er kann ausfallen usw.[1]" Nach den Untersuchungen dieser Autoren stellte sich heraus, daß diese Krankheit weder von Insekten (die Epidermis bleibt unversehrt) noch von Pilzen (es wurden keine Hyphen gefunden) noch von Bakterien hervorgerufen wird; die Blattfleckenkrankheit ist

[1] D. Iwanowsky und W. Polowzew: Die Blattfleckenkrankheit des Tabaks. Landw. u. Forstw. 1889. Dezember.

nicht ansteckend, wodurch sie sich u. a. von der von MEYER beschriebenen Mosaikkrankheit unterscheidet. Ihr Auftreten wird, wie die Versuche in künstlicher Umgebung zeigten, einerseits durch Wassermangel, andererseits durch starke Verdunstung hervorgerufen. Auch auf den Feldern kann man den stärkeren Befall auf trockenen Stellen beobachten.

Die *Mosaikkrankheit*, die von ADOLF MEYER für Holland beschrieben wurde, ist in Rußland von IWANOWSKY in der Krim untersucht worden[1], wo sie von den Tataren als „Bosuch" bezeichnet wird (übersetzt = Krankheit). In Beßarabien kommt die Mosaikkrankheit nicht vor, tritt aber in der Krim, in Transkaukasien auf und ist auch im Gouvernement Poltawa beobachtet worden. Auf Nicotiana rustica wurde die Mosaikkrankheit nicht beobachtet (zum Unterschied von der Blattfleckenkrankheit). IWANOWSKY beschreibt diese Krankheit folgendermaßen: „Sie tritt beim Tabak sehr früh auf, etwa 2—3 Wochen nach dem Verpflanzen auf die Plantage, folglich Mitte oder Ende Mai. Zu dieser Zeit kann man leicht einige Pflanzen bemerken, die gegenüber den übrigen im Wachstum zurückgeblieben sind und gleichzeitig ein ganz besonderes Aussehen haben. Ihre Blätter zeigen anstatt der gleichmäßig grünen Farbe eine mosaikartige hellgelbe und dunkelgrüne Färbung. Dabei bilden die dunkelgrünen Teile, indem sie stärker als die gelben auseinanderwachsen, stellenweise auf der Blattoberfläche aufgeblasene Kissen, ähnlich wie es bei Pflanzen der Fall ist, die von Läusen befallen sind. Auf den jüngsten Blättern sind diese krankhaften Veränderungen besonders scharf aufgetreten. Hier sind die zwischen den Nerven liegenden Gewebeteile dünn, von hellgelber Farbe und beinahe durchsichtig, während die engen Streifen, die den Nerven und ihren Verzweigungen anliegen, zweimal so dick und dunkelgrün sind. Die Grenzen zwischen der gelben und grünen Farbe sind ganz scharf ausgeprägt, ohne jeden Übergang und bleiben so recht lange Zeit. Das junge Blatt wächst indessen, wenn auch bedeutend langsamer als das gesunde. Dabei wachsen die dunkelgrünen Teile stärker als die gelben, weswegen sie sich auch blasenartig nach oben heben, wie ein Kissen." Von dieser Krankheit werden nur junge Pflanzen befallen. Sie ist ansteckend. Mit dem Saft der kranken Pflanze kann man gesunde Pflanzen anstecken und in ihnen dieselben Erscheinungen hervorrufen. Ihre Ursache liegt nach MEYER in Bakterien. Kocht man den Saft der kranken Pflanzen, so verlieren sie ihre ansteckenden Eigenschaften. Aber die Bakterienkultur ist sowohl MEYER als auch IWANOWSKY mißlungen[2]. Gegen die Mosaikkrankheit empfiehlt IWANOWSKY folgende zwei Maßnahmen: 1. die kranken Pflanzen sammeln und verbrennen, solange sie noch nicht zahlreich sind, und 2. den Tabak mit anderen Pflanzen abwechseln lassen (z. B. mit Getreidearten), wenn sich die Krankheit auf der Plantage in hohem Maße ausgebreitet hat.

Der „Mehltau", der von demselben Autor untersucht wurde, wird von ihm folgendermaßen beschrieben. „Die Krankheit besteht darin, daß auf der *Blattoberseite* ein weißer spinnwebähnlicher Überzug auftritt, ähnlich dem, den man oft auf Rosen, Weintrauben und vielen anderen Pflanzen sehen kann. Indem dieser Überzug zuerst auf den untersten Blättern auftritt, befällt er schnell die weiter oben sitzenden Blätter, d. h. die mittleren und oberen. Werden keine Maßnahmen getroffen, so befällt er bald die ganze Pflanze und verbreitet sich schnell auf der ganzen Plantage." Die mikroskopischen Untersuchungen von IWANOWSKY zeigten, daß die Krankheit durch einen Pilz hervorgerufen wird

[1] Landw. u. Fortsw. 1893.

[2] Deswegen spricht man von Enzymen und Toxinen der Mosaikkrankheit, vom „contagium vivum fluidum" usw.

(Erysiphe), der auf einigen Kompositen überwintert und sich in Conidienform auf dem Tabak niederläßt. Nach den Beobachtungen des Verfassers verbreitet sich die Krankheit nur bei genügender Feuchtigkeit. Infolgedessen äußert er auch Vermutungen über die möglichen Maßnahmen: Anlage der Plantage auf erhöhten und offenen Stellen bei dünner Stellung der Pflanzen und bei Abbrechen der oberen Teile mit einem Teil der Blätter; eine Behandlung mit Schwefelblüte, die einen Erfolg zeigt, wirkt auf die Qualität des Tabaks ungünstig ein. Es ist möglich, daß eine schwache Sodalösung (2—3 : 1000) als allgemeines Bekämpfungsmittel der Mehltaupilze nützlich sein wird (JATSCHEWSKY).

II. Der Hopfen.

1. Verbreitung und Beschreibung des Hopfens.

Der *Hopfen* (Humulus lupulus L.) ist botanisch mit dem Hanf verwandt; er gehört zur Familie der Cannabineae aus der Ordnung der Urticinae.)

Wildwachsend kommt er in den Wäldern der gemäßigten Zone vor. Die Alten kannten den Hopfen als wildwachsende Pflanze, aber Verwendung fand er bei ihnen nicht. Seit alters her wurde der Hopfen bei den Slawen zur Herstellung der sog. „Braga" (ein Getränk) benutzt, wobei sogar ihre berauschende Wirkung dem Hopfen zugeschrieben wurde; daher die seit alters her gebräuchlichen Ausdrücke „im Hopfen" — für berauscht, „Hopfen"-Getränke — für berauschende Getränke. Der Hopfen tritt auch seit alters her in den Hochzeitsgebräuchen der Slawen auf. Im Westen dagegen wurde das Bier zuerst ohne Hopfen hergestellt, wobei zur Erlangung einer gewissen Bitterkeit andere Pflanzen benutzt wurden (z. B. Wacholder)[1]. Erst später fing man an, hierfür den Hopfen zu benutzen. Später als in allen übrigen Ländern ist die Verwendung des Hopfens nach England gelangt (im Anfang des 16. Jahrhunderts). Heute nimmt der Hopfen in vielen westeuropäischen Staaten eine recht beachtenswerte Stellung in der Kultur ein; besonders viel wird er in Deutschland, England und Nordamerika, im Gebiet des ehemaligen Österreich-Ungarn, Belgien und Frankreich angebaut. Bei uns wird der Hopfen als Pflanze, welche eigene Bedürfnisse befriedigt, von den Bauern fast überall kultiviert. Der industrielle Hopfenbau ist verhältnismäßig wenig entwickelt, und zwar nur in einigen Gebieten, von denen die größte Bedeutung folgende Gebiete haben: Wolhynien, Kostroma und Guslizy; unter dem Namen Guslizy ist die Gegend in der Nähe von Moskau längs der Flüsse Gusliza und Nerskaja in den Kreisen Bogorodsk, Bronniza, Egorjewsk und Pokrowsk bekannt.

Über die *Fläche*, welche der Hopfenbau in den genannten Gebieten einnimmt, und über die *Veränderungen*, die in letzter Zeit stattgefunden haben, liegen folgende Zahlen vor[2]:

	Wolhynien ha	Guslizy ha	Kostromagebiet ha	Insgesamt ha
1914	6600	605	560	7765
1922	220	16	204	440
1924	690	47	462	1199
1926	etwa 2200	175	605	etwa 2980

Der Hopfen ist eine *zweihäusige* Pflanze, wobei sich die männlichen Pflanzen von den weiblichen nur durch den Blütenstand unterscheiden. Das Ziel des

[1] BRAUNGART: Der Hopfen. 1901.

[2] ARCHANGELSKY und SHEGALOW: Die wichtigsten Aufgaben im Hopfenbau. Nahrungsmittelindustrie 1927, Nr 8.

Anbaues ist der Gewinn der Blütenstände der weiblichen Pflanzen, der *Zapfen*, die dazu dienen, dem Bier einen gewissen Geschmack und Aroma zu verleihen und seine Haltbarkeit zu erhöhen. Bei den männlichen Pflanzen, die in Rußland unter dem Namen „*Chmeliza*" bekannt sind, ist der Blütenstand eine Rispe, die keine Hochblätter oder Deckblätter besitzt, die im weiblichen Blütenstand gerade das Produkt darstellen, weswegen der Hopfen angebaut wird. Die Zapfen (2,5 bis 6 cm lang) bestehen aus Hochblättern (Deckblätter oder Federn), in deren Achseln paarweise die Blüten sitzen. An den Ansatzstellen sitzen in den Deckblättern an beiden Seiten die gelblichen *Lupulindrüsen* oder einfach *Lupulin* genannt. Diese vielzelligen Drüsen sind in reinem Zustande mit einer goldgelben Flüssigkeit von komplizierter Zusammensetzung angefüllt. Bei der Befruchtung der weiblichen Blüten und bei der Samenbildung sinkt Menge und Qualität des Lupulins bedeutend herab. Der dabei gewonnene *Samenhopfen* ist viel schwerer als der *samenlose* und verleiht dem Bier außerdem in größerem Maße einen zu bitteren, unangenehmen Geschmack. Deswegen werden bei der Kultur die männlichen Pflanzen sorgfältig entfernt. Zur Vermehrung des Hopfens bedient man sich nur des ungeschlechtlichen Weges; die Vermehrung durch Samen wird nur bei der Züchtung neuer Sorten angewendet. Der Hopfen ist eine mehrjährige Pflanze; aber mehrjährig sind eigentlich nur seine unterirdischen Stengel (Rhizome) und Wurzeln. Die oberirdischen Stengelteile sterben alljährlich ab. Im Frühjahr bilden die Rhizome neue Triebe, die an die Oberfläche treten und sich von links nach rechts (der Sonne nach, im Sinne des Uhrzeigers), um die aufgerichtete Stange oder um einen senkrecht gezogenen Draht winden. Von diesen Trieben entspringen fruchtbare Zweige, welche die Zapfen tragen.

2. Zusammensetzung der Zapfen.

Von der *chemischen Zusammensetzung* der Zapfen hängt natürlich die Wirkung ab, die sie auf die Gärungsprozesse und auf gewisse Eigenschaften des Bieres ausüben; aber die Schwierigkeit der Bewertung mit Hilfe der Analyse besteht hier darin, daß die Bedeutung der einzelnen Bestandteile hier nicht so deutlich ausgeprägt ist, wie z. B. bei der Zuckerrübe, wo man bestimmte positive Merkmale besitzt (Zuckergehalt) und ebenso bestimmte negative (Nichtzucker im allgemeinen und „schädlicher Stickstoff" im besonderen). Dennoch wird beim Hopfen die größte Bedeutung dem Gehalt an ätherischem Öl, Bitterstoffen und Harzen beigemessen. Das *ätherische Öl* des Hopfens, das im Lupulin konzentriert ist, besteht in der Hauptsache aus Kohlenwasserstoffen der Terpengruppe. In Wasser ist es außerordentlich wenig löslich; es löst sich leicht in Alkohol und Äther und besitzt intensiven Geruch und bitteren Geschmack. Es beginnt bei 125° C zu sieden, aber die letzten Teile werden erst bei 225° C destilliert, was auf eine ungleichartige Zusammensetzung hindeutet (bei den verschiedenen Sorten wieder ungleich vorkommend). An der Luft verändert sich das Öl, indem es verharzt (aber dieses Verharzen ist nicht die Ursache zur Bildung der Valeriansäure beim Oxydieren, wie man früher annahm). Ohne Zweifel spielen die Eigenschaften des ätherischen Öles (sein Geruch) eine wichtige Rolle bei der gewöhnlichen Bewertung des Hopfens im Handel, aber hinsichtlich seiner Rolle bei der Bierbrauerei gehen die Meinungen auseinander, wobei erwähnt wird, daß bei der Erwärmung der Würze, welcher Hopfen hinzugesetzt worden ist, sowieso der größte Teil des ätherischen Öles mit den Wasserdämpfen entflieht (offenbar wird, um dies zu vermeiden, bei der Herstellung bestimmter Biersorten der Hopfen nicht zu Beginn, sondern am Ende der Gärung hinzugesetzt; in England sogar nach der Gärung, bei der Auffüllung der Fässer).

Die sog. *Hopfenbitterstoffe* sind eine im Wasser fast unlösliche kristallinische Substanz. Bei der Lösung in Petroläther und in anderen organischen Lösungsmitteln wurden aus ihnen 2 Säuren gewonnen, die α-Hopfenbittersäure und die β-Hopfenbittersäure, denen die Formeln $C_{21}H_{35}O_5$ und $C_{26}H_{36}O_4$ verliehen werden. Ihnen werden antiseptische Eigenschaften zugeschrieben; ebenso hängt von ihnen in hohem Grade der bittere Geschmack des Hopfens ab.

Die *Harze* finden sich im Hopfen in mehreren Formen vor, und zwar unterscheidet man zwei sog. Weichharze (α und β) und ein Hartharz (γ). Von den Weichharzen ist eins (α) in der Würze leicht löslich, wirkt auf ihren Geschmack ein (macht bitter) und gibt ihm die Fähigkeit zu schäumen. Das andere Weichharz β, das genetisch mit der eben erwähnten Säure β zusammenhängt, ist zwar in Wasser nicht unmittelbar löslich, ist aber in der Würze kolloidal verteilt, macht ebenfalls bitter und besitzt auch antiseptische Eigenschaften. Das Hartharz γ dagegen ist zum Unterschied von den ersten beiden in Petroläther unlöslich und wird in der Bierbrauerei als nutzloses Harz angesehen, da es über keine antiseptischen Eigenschaften verfügt.

Dem Harzgehalt, besonders an Weichharz β, wird bei der Bewertung des Hopfens eine positive Bedeutung beigemessen[1].

Die Hopfenbitterstoffe und die Harze sind sowohl im Lupulin als auch in den Deckblättern enthalten.

Das *Tannin*, das hauptsächlich in den Deckblättern enthalten ist, wird als eine Substanz angesehen, die dazu beiträgt, die Würze zu klären, weil es mit den Eiweißarten schwer lösliche Verbindungen eingeht; indessen wird die Würze gewöhnlich gekocht, um die Wirkung der Diastase aufzuheben, was an sich schon ein Ausfällen der Eiweißarten bewirkt.

Rohfaser, Eiweiß, Aschesubstanzen und die anderen üblichen Pflanzenbestandteile sind im Hopfen natürlich auch enthalten; aber sie spielen nicht die Rolle, die den oben aufgezählten spezifischen Bestandteilen des Hopfens zugeschrieben wird.

Nach Wiljamson enthalten die Zapfen des wildwachsenden amerikanischen Hopfens ein Alkaloid, das *Hopein*, das seiner Wirkung nach dem Morphin ähnlich ist. Nach anderen Autoren ist das Alkaloid nur im Samenhopfen enthalten; dritte dagegen bezweifeln überhaupt den Alkaloidcharakter der von Wiljamson gefundenen Substanz. In schlecht gewordenen Zapfen kann auch noch *Trimethylamin* enthalten sein, von dem auch der widerliche Geruch solcher Zapfen herrührt. Nach Behrens ist der Erzeuger des Trimethylamins der Bacillus lupuliperda, der bei der sog. Selbsterwärmung des feuchten Hopfens entsteht.

Die Schwankungen im Vorkommen der einzelnen Bestandteile können durch folgende Tabelle gezeigt werden (nach Fruwirth):

Ätherisches Öl	0,3—1,0%	Tannin	2,6 %[2]
Hopfenbitterstoffe	5,3—7,9%	Rohfaser	12—16 %
Harze α	4—7 %	Stickstoffsubstanzen	15—24 %
Harze β	8—13 %	Wasser	12—17 %
Harze γ	4—6 %		

Da die *Qualität des Hopfens* in solchem Maße von der Menge und den Eigenschaften des Lupulins (Drüsen) abhängt, so wird nicht selten, wenn auch nur ungefähr, seine Menge in den Zapfen bestimmt. Zu diesem Zwecke führt man z. B. eine *mechanische Analyse der Zapfen* aus. Die trockenen Zapfen werden vorsichtig auseinandergebrochen (besser bei Kälte), mit Hilfe eines Pinsels oder eines Stahlfederkieles wird von den Deckblättern das Lupulin abgenommen. Mit Sieben oder mit Hopfenzentrifugen wird das Lupulin von den Schalen und

[1] Siehe Archangelsky und Temerin: Die Methodik der Harzbestimmung im Hopfen. Nahrungsindustrie 1928, Nr 4.

[2] Nach anderen Autoren bedeutend mehr.

Blattstielen befreit, und schließlich werden die auf diese Art getrennten Teile gewogen. In guten Zapfen müssen das Lupulin etwa 10 Gewichtsprozent, die Deckblätter 75 Gewichtsprozent und die Stengel 15 Gewichtsprozent ausmachen (diese Zahlen beziehen sich auf samenlose Zapfen). Es folgen Ergebnisse der Bestimmungen von R. I. Schröder für einige Sorten (im Durchschnitt für eine Reihe von Jahren):

	Gehalt an Lupulin %		Gehalt an Lupulin %
Böhmischer Rot	10,8	Bruskowy	7,0
Spalter (bayrischer früh) . .	12,1	Krugljak	8,2
Bayrischer spät	10,9	Potschinski	3,9
Schwetzinger	10,2	Bitjugsker	5,9[1]
		Twer Gartenhopfen	6,2

Weil die Abtrennung der Lupulindrüsen einen großen Arbeitsaufwand verlangt und letzten Endes doch keinen Anspruch auf Genauigkeit erheben kann, so beschränkt man sich heute bei der mechanischen Analyse der Zapfen häufig auf die Bestimmung des Gewichtsanteiles der Stiele, der Spindeln, der Deckblätter und der Samen in den zu untersuchenden Zapfen.

Neben der chemischen und mechanischen Analyse wird auch (und zwar am häufigsten) die *Bewertung des Hopfens nach äußeren Merkmalen* durchgeführt (empirische Bewertung), wobei man auf den Geruch, die Geschmackseigenschaften, die Feuchtigkeit des Hopfens, Blüte, Glanz, Gleichartigkeit der Zapfen, auf ihre Form, Größe und Struktur achtet.

Was nun die *Quantität und Qualität des Lupulins* anlangt, so bedient man sich in der Praxis gewöhnlich folgender Maßnahme. Die Zapfen werden gebrochen und die Bruchflächen werden über Glanzpapier hinweggestreift; dabei werden Menge und Eigenschaften des herausfallenden Lupulins beobachtet. Eine reichliche hellgelbe Spur zeugt von großem Lupulingehalt und von erwünschter Qualität (die außerdem auch noch nach dem Geruch bewertet wird). Ist die Farbe dagegen anstatt gelb dunkel und geht sie mehr ins Braune über, so zeigt dies an, daß der Hopfen alt ist. Über den *Geruch* schreiben die Hopfensachverständigen folgendermaßen: Er muß fehlerlos sein, weder zu schwach (australischer Hopfen) noch zu stark (Lothringer Hopfen). Auf keinen Fall darf er „unrein" sein, z. B. mit einem Beigeschmack nach Äpfeln, Knoblauch oder schwarzen Johannisbeeren, wie bei den schlechten Sorten des amerikanischen Hopfens; ebensowenig darf er an den Geruch von Käse erinnern, was bei altem (gelagertem) Hopfen vorkommt[2].

An das *äußere Aussehen der Zapfen* werden ebenfalls bestimmte Ansprüche gestellt. Bei den besten Sorten sind die Zapfen weniger groß (und zwar 2—3 cm lang). Bei einer Länge über 3,5 cm gelten sie als groß, über 4,5 cm als unzulässig groß. Die Zapfen müssen möglichst gleiche Länge besitzen. Die Grundfarbe muß gelb sein, mit leichten Resten von Grün. Grüne Farbe deutet auf eine vorzeitige Ernte, rote und braune Töne auf schlechte Aufbewahrung (Gärung, Selbsterwärmung des Hopfens); weißliche Farbe deutet auf Schwefelung, worüber man auch nach dem Geruch und nach der Reaktion auf Schwefel urteilen kann.

Das *Beschwefeln* wird manchmal als Konservierungsmittel angewandt, aber es gibt auch die Möglichkeit, alten, dunkel gewordenen Zapfen eine helle Färbung zu verleihen.

[1] Stebut: Grundlagen des Feldbaues.
[2] Siehe z. B. bei Fruwirth: Hopfenbau, 3. Aufl. 1928.

Die Zapfen müssen ferner weich, zähe, klebrig und unversehrt sein. Um letzteres zu erreichen, muß man die Zapfen mit einem Stückchen des Stieles ernten. Dieser muß bei guten Sorten dünn sein, ferner muß die Zapfenspindel Biegungen und Knicke in erforderlicher Zahl und von bestimmter Form aufweisen.

3. Die Hopfensorten.

Die *Hopfensorten* werden nach ihrer Reifezeit in *frühe*, die Mitte August reif sind, in *mittlere*, die Ende August und Anfang September reif sind, und in *späte*, die in der 2. Septemberhälfte reif werden, eingeteilt. Von den früh reiferen westeuropäischen Sorten sei der *Saazer* oder der *böhmische frühe Rothopfen* erwähnt; hierher gehören auch die russischen Hopfensorten. Zu den mittleren gehören *Rogatinsker* und *Golding*. Zu den späten *Neutomyschler*, *Württemberger* und eine Reihe anderer Sorten, die in Bayern, Elsaß, Belgien und England angebaut werden. Man unterscheidet die Sorten auch nach der *Färbung der Zapfen* und der *Ranken* (rötliche Ranken, oft mit einer violetten Schattierung, grüne und hellgelbe, fast weiße) und nach der *Länge der Ranken*. Bei uns muß man bei der Sortenauswahl auf Sorten mit kurzer Vegetationsperiode achten, dann auf Sorten, die ein wertvolleres Produkt liefern (beste Qualität und Menge stimmen gewöhnlich nicht überein). Oft darf man auch nicht zu hochwachsende Sorten vorziehen, damit die Ausgaben für die Stützlatten nicht zu hoch werden.

Zur Beschreibung der bei uns vorkommenden Sorten seien hier die Ergebnisse von ARCHANGELSKY angeführt:

Sorten	Länge der Zapfen (in mm)	Verhältnis von Länge zu Breite der Zapfen	Dichte der Zapfen (Zahl der Ährchen auf 1 cm des Stengels)	Länge der mittleren Deckblätter (in mm)	Verhältnis von Länge zu größter Breite der mittleren Deckblätter	Samenergiebigkeit (in % von der Gesamtzahl der Blüten)	Harzgehalt %
Rogatiner . . .	25,79	1,43	7,44	13,02	1,50	0,49	14,20
Saazer	24,47	1,34	7,84	12,30	1,52	0,19	14,23
Böhmischer . .	24,72	1,34	7,14	13,28	1,64	6,08	12,26
Silberhopfen . .	24,04	1,41	7,78	13,89	1,47	3,17	9,98
Frühhopfen . .	27,68	1,48	7,23	14,60	1,64	1,60	12,35
Golding	20,71	1,31	8,70	10,09	1,20	0,14	17,96
Early Prolific .	23,32	1,49	6,78	11,92	1,66	0,47	9,37
Haager	23,36	1,34	6,90	11,82	1,63	2,09	14,09
Russischer . .	28,94	1,68	5,21	16,23	1,67	12,34	8,54
Waldhopfen . .	25,35	1,40	7,00	14,83	1,97	1,36	10,44
Moskauer . . .	30,34	1,70	5,00	17,56	1,70	18,95	9,13
Grüner Weinrebenhopfen, Seljony Winogradny (Gouv. Kostroma) .	28,18	1,78	5,54	16,34	1,64	8,89	10,90

Der äußerliche *Unterschied zwischen den in- und ausländischen Sorten* besteht in folgendem[1]: Die russischen Sorten bilden in der Regel längere und lockere Zapfen aus, die Deckblätter sind stark gewölbt, löffelartig, mit groben Nerven; die Zapfenspindel besteht aus ungleich langen Gliedern mit stumpfen Biegungswinkeln und trägt auseinanderhängende Zweige verschiedener Größe. Die Zapfen fallen beim Trocknen leicht auseinander.

Die einzelnen *russischen Sorten* nach äußeren Merkmalen zu unterscheiden, ist äußerst schwierig und unser Material erlaubt es vorläufig nicht, dies mit der für uns erforderlichen Genauigkeit durchzuführen. Eine charakteristische

[1] Nach SHEGALOW und ARCHANGELSKY a. a. O.

Besonderheit der rein russischen Sorten ist die recht auffallende Variation der Form der Deckblätter, und zwar der Deckblätter sowohl bei den Zapfen einer Ranke als auch sogar innerhalb eines einzelnen Zapfens. Viele ausländische Sorten unterscheiden sich voneinander bedeutend stärker. Besonders charakteristisch ist Golding mit seinen runden, am Ansatz breiten Deckblättern, die es ermöglichen, diese Sorte von allen übrigen, besonders von Rogatiner und Saazer, leicht zu unterscheiden. Bei der Beschreibung von Pflanzen stellte sich sehr deutlich die große Buntheit und Vielförmigkeit innerhalb derselben Landsorten heraus. So fand man in den Sorten „Silberhopfen" (Serebrjanka), „Frühhopfen" (Skorospelka) und „Russischer" Vertreter, die sich in der Deckblattform und anderen Eigenschaften sehr deutlich unterschieden. Dies öffnet den Weg zur züchterischen Arbeit und verlangt dringend, von allen ungenauen Sortenbegriffen zur Prüfung einzelner Individuen überzugehen, die über einen bestimmten Stammbaum und über eine Stelle, die ständig Stecklingsmaterial produziert, verfügen.

Die russischen Sorten enthalten gewöhnlich mehr Samen als die ausländischen, wie dies aus den Zahlen der eben angeführten Tabelle ersichtlich ist. Indessen ist dieser Samenreichtum der russischen Sorten offenbar die einfache Folge davon, daß ihre Blütezeit mehr mit der Blütezeit des wildwachsenden Hopfens zusammenfällt, wodurch auch die Bestäubungsmöglichkeit größer ist als bei den ausländischen Sorten, die später blühen.

Ferner wird bei den verschiedenen Sorten ein wesentlicher Unterschied im *Harzgehalt* festgestellt. Weil aber die einzelnen Pflanzen innerhalb derselben Sorte keinen gleichen Harzgehalt besitzen, so hat man die Möglichkeit, innerhalb der Wirtschaftssorten, die Populationen sind, eine Auslese in der erwünschten Richtung zu betreiben (nach der Zusammensetzung der Zapfen), wobei hier eine einmalige Auslese infolge der vegetativen Vermehrung, ganz analog der Kartoffel, sofort beständige Ergebnisse liefert.

Durch die Arbeiten der Zuchtstation in Petrowsko-Rasumowskoje ist folgende *Einteilung der Hopfensorten nach der Form der Deckblätter* und nach der Form der Spitze, in welche die Deckschuppen am oberen Ende übergehen, aufgestellt worden:

1. Typus: die Spitze ist kurz aufgesetzt:

a) Form elliptisch umgekehrt eiförmig; Ansatz verengt.
Sorten: „Rogatiner", „Saazer", „Böhmischer", „Silberhopfen", „Frühhopfen".
b) Eng elliptische Form, Ansatz schwach verengt.
Sorten: „Haager".
c) Breite elliptische Form, Ansatz verengt und löffelartig gewölbt.
Sorten: „Russischer", „Waldhopfen", „Silberhopfen".
d) Runde Form, Ansatz breit und abgerundet.
Sorten: „Golding".

2. Typus: die Spitze ist vorgezogen.

a) Elliptische Form, Ansatz verengt.
Sorten: „Early Prolifik", „Frühhopfen", „Silberhopfen".
b) Eng elliptische Form, Ansatz stark verengt und löffelartig gewölbt.
Sorten: „Russischer".
c) Sehr schmale elliptische Form (lanzettförmig), Ansatz stark verengt und löffelartig gewölbt.
Sorten: „Waldhopfen", „Russischer".

4. Das Verhalten des Hopfens zu Klima, Boden, Bodenbearbeitung und Düngung.

An das *Klima* stellt der Hopfen geringe Ansprüche. Er kann in ganz Mitteleuropa angebaut werden und bis zum 57.—60. Grad n. Br. vordringen, wobei er im Westen (Schweden) viel weiter nach Norden gehen kann als im Osten. Man

nimmt an, daß die Wärmesumme vom Erscheinen der Triebe bis zur Ernte 2900° C betragen muß (FRUWIRTH); aber diese Zahl ist nur ein Durchschnittswert, von dem bedeutende Abweichungen möglich sind (im Norden geringer). Im Süden wird der Hopfen nicht angebaut, weil hier die Blütenstände infolge der Hitze oft ausfallen; aber auch aus wirtschaftlichen Gründen, weil man hier wertvollere Pflanzen bauen kann, wie z. B. Weintrauben. Ein Überfluß an Feuchtigkeit ist dem Hopfen schädlich, weil er Pilzerkrankungen hervorruft und die Qualität der Zapfen, die immerhin eine genügende Wärme- und Lichtmenge zur „Reife" verlangen, herabsetzt. Die Lage des Hopfenfeldes muß mehr oder weniger frei sein, von der Sonne beschienen, aber genügend vor Wind geschützt, der die Stützlatten umkippen und die Zapfen abschlagen kann, was manchmal zu einem künstlichen Windschutz zwingt. Manchmal wird der Schutz durch dichteres Pflanzen an den Rändern (doppelte Reihen) hergestellt. Andererseits eignet sich eine zu geschlossene Lage mit geringer Durchlüftung, wie dies z. B. in schmalen Schluchten der Fall ist, und auch eine zu tiefe und nasse Lage für den Hopfen ebenfalls nicht; es entstehen Pilzkrankheiten. Auch eine nördliche Lage des Feldes ist nicht zu empfehlen (wenig Licht).

Recht verschiedene Böden können bei guter Bearbeitung und der erforderlichen Düngung zum Hopfenbau verwendet werden. Nichtsdestoweniger hängt die qualitative und quantitative Ernte in hohem Maße von der Bodenart ab. Häufig ist qualitativ am besten, aber ertragsarm, der sog. *Sandhopfen*, der auf Sandböden gewonnen wird. Auf lehmigen Böden und auf sandigen Lehmen, auf feuchten und fruchtbaren Böden erhält man umgekehrt große Hopfenerträge; aber seiner Qualität nach steht dieser Hopfen hinter dem erstgenannten zurück. Bei der starken Entwicklung der unterirdischen Teile des Hopfens (in einer Tiefe von 1,4—3,0 m) hat die Tiefe des Bodens zweifellos eine große Bedeutung; der Grundwasserspiegel darf nicht zu hoch sein, weil die Wurzeln sonst leicht faulen. Das Vorkommen von Kalk im Boden ist für den Hopfen günstig; aber oft sind die kalkhaltigen Böden infolge ihrer geringen Durchlässigkeit für die Wurzeln ungeeignet; in anderen Fällen können Kalkböden wieder zu trocken sein.

Da man durch Kulturmaßnahmen (Bodenbearbeitung, Dränage, Düngung) die Bodeneigenschaften in hohem Maße verändern kann[1], so wird tatsächlich der Hopfen auf recht verschiedenen Böden angebaut. Betrachtet man die bekannten hopfenbauenden Gebiete, so baut Spalt (Bayern) seinen Hopfen auf lehmigem Sand, Saaz auf sandigem Lehm, aber dennoch mit starkem Sandgehalt, Hallertau auf Mergelböden, Hetnang auf kalkigem sandigen Lehm, Rothenburg auf ziemlich bindigem sandigem Lehm mit genügendem Kalkgehalt (FRUWIRTH). Bei uns wird der Hopfen ebenfalls auf recht verschiedenen Böden, sowohl innerhalb des Schwarzerdegebietes als auch außerhalb dieses Distriktes gebaut.

Weil der Hopfen viele Jahre hintereinander auf demselben Felde angebaut werden kann, und zwar 10—20 und sogar 30 Jahre[2], je nach der Fruchtbarkeit des Bodens, nach der Düngung und nach der Intensität der Pflege, so wird er gewöhnlich auf *ständigen Hopfenplantagen* außerhalb der Fruchtfolge gebaut.

[1] Zum Teil können auch klimatische Extreme durch Kulturmaßnahmen abgeschwächt werden; so wird der Hopfen in zu feuchtem Klima auf hohen Dämmen gebaut (abgesehen von der bereits erwähnten Anwendung der Dränage); in trockenen Gegenden vermeidet man nicht nur Dämme bei der Bearbeitung, sondern auch Zwischenkulturen, die im Verbrauch der Feuchtigkeit mit dem Hopfen konkurrieren; außerdem wird der Boden mit Stroh und anderem Material bedeckt, um die Bodenverdunstung zu unterbinden. Zu den unmittelbaren Einwirkungen auf das Klima gehört die Herstellung von Rauchvorhängen, um einem Schaden durch Nachtfröste vorzubeugen, was nicht selten in der Praxis des westlichen Hopfenbaues vorkommt.

[2] Die letzte Zahl ist außergewöhnlich hoch.

In gewisser Hinsicht kann man übrigens etwas Ähnliches wie eine *Fruchtfolge* beobachten, weil mit dem Nachlassen der Ertragsfähigkeit der Hopfenplantage dann auf dieser im Laufe von 2—3—5 Jahren gewöhnlich andere landwirtschaftliche Pflanzen gebaut werden, z. B. Wurzelfrüchte oder Futterpflanzen; danach erst wird die Hopfenplantage von neuem errichtet. Auf diese Weise entsteht eine gewisse Fruchtfolge mit Vorherrschaft des Hopfens. 10—20 Jahre Hopfen, 2—3—5 Jahre andere Pflanzen usw. Manchmal aber wird die Hopfenplantage teilweise jedes Jahr erneuert (oder nach 2—3 Jahren), indem man einen Teil von ihr abtrennt und dafür mit Hopfen eine ebensolch große Fläche, die bisher andere Früchte trug, bebaut.

Da die Hauptwurzelmasse des Hopfens sich in einer Tiefe von 0,60—1 m befindet, so muß die *Bodenbearbeitung* zum Hopfen unbedingt *tief* sein. Die Bearbeitung erfolgt dennoch, sogar bei intensiver Kultur im Auslande, gewöhnlich auf eine Tiefe von 50—70 cm. Bei einer weniger intensiven Kultur begnügt man sich mit einer Lockerung auf 35—40 cm. Die durchgehende Lockerung auf bedeutende Tiefe wird am vollkommensten mit der Hand erreicht. Wird dabei sehr tief gegraben, so trägt man dafür Sorge, daß die Ackerkrume nicht tief unter der an die Oberfläche gebrachten Untergrundschicht vergraben wird.

Zu diesem Zweck verfährt man folgendermaßen: Man beginnt die Arbeit längs der Schmalseite der künftigen Hopfenplantage; zuerst nimmt man die Ackerkrume von dem an die Plantage angrenzenden Streifen und bringt sie auf ein Nachbarfeldstück, das nicht bearbeitet wird. Nach dem Umgraben auf volle Tiefe wird auf den ersten Streifen an Stelle der entfernten Schicht die Ackerkrume gebracht, die vom zweiten Streifen abgenommen wird. So führt man die Arbeit bis zum Schluß der Hopfenplantage durch und bringt auf den letzten Streifen die Ackerkrume des ersten Streifens.

Ist die Handarbeit für die betreffenden Verhältnisse zu teuer, so wendet man doppeltes Pflügen an, d. h. auf die erste Furche von 20 cm Tiefe folgt noch eine Furche von weiteren 20 cm. Oft wird der 2. Pflug durch einen Untergrundlockerer ersetzt, oder aber man kombiniert die Arbeit des Pfluges mit einem weiteren Lockern der Furche mit der Hand. Manchmal erfolgt nur eine örtliche Bearbeitung in Form von Löchern (wobei bis zu einem Viertel der Gesamtfläche bearbeitet wird) oder in Form von Gräben, welche den Pflanzenreihen entsprechen. Anstatt Löcher zu graben, kann man Explosionsstoffe anwenden, mit deren Hilfe eine starke Lockerung bis auf 0,8—1 m Tiefe erreicht wird. Der Dampfpflug, der zur Tiefbearbeitung so geeignet ist, findet selten Anwendung, weil gewöhnlich die Hopfenplantagen und vor allem diejenigen Teile, die in den verschiedenen Jahren bearbeitet werden müssen, zu klein sind. Am häufigsten trifft man eine Kombination von tieferer örtlicher oder teilweiser Bearbeitung mit flacher Bearbeitung der ganzen Oberfläche. Auf sehr feuchten Böden werden Gräben zwischen den Reihen gezogen, der Hopfen wird aber auf Dämme gepflanzt, die durch das Aufschütten der Erde aus diesen Gräben entstehen; dieselbe Methode wird manchmal auch auf flachen Böden angewandt, um die Schicht, welche die Pflanzenwurzeln aufnimmt, zu vergrößern. All dies soll man wegen der Schwierigkeit der Arbeit, aber auch um den aus den untersten Schichten nach oben gebrachten Boden vorzubereiten, rechtzeitig im Herbst ausführen, sogar in Gegenden mit langsam vorschreitendem Frühjahr, geschweige denn in unserem kontinentalen Klima mit seinem raschen Jahreszeitenwechsel. Nur die flachen Gruben, die zum Pflanzen in Boden, der bereits früher durchweg tief bearbeitet wurde, gemacht werden, können im Frühjahr hergestellt werden. Der zur tiefen Bearbeitung sehr geeignete Bracheacker findet selten Verwendung, weil die Hopfenplantagen eine verhältnismäßig geringe Fläche

einnehmen, und weil vor allem die Flächen klein sind, die im betreffenden Jahre bearbeitet werden sollen.

Der Hopfen ist an die *Nährstoffe* sehr anspruchsvoll. In dieser Hinsicht steht er dem mit ihm verwandten Hanf nahe und verlangt gleich ihm eine reiche *Düngung* des Bodens. Zum Teil wird dies durch einen bedeutenden Nährstoffverbrauch erklärt. So werden zur Bildung der organischen Substanz bei einer guten Ernte je Hektar verlangt[1]:

	N	Asche	K_2O	CaO	P_2O_5
Hafer	100	348	71	25	36
Kartoffeln	160	532	260	67	77
Hopfen (in den Blättern, Zapfen und Ranken)	161	782	230	219	93

Hier fallen die besonders hohen Zahlen für Kalk bei einem großen Verbrauch an anderen Aschesubstanzen und an Stickstoff auf. Ein anderer Faktor, der den verhältnismäßigen Düngerverbrauch bestimmt, und zwar die Aufnahmefähigkeit des Wurzelsystems des Hopfens, ist bis jetzt noch nicht genügend untersucht. Als *Grunddüngung*, die bei der Bodenbearbeitung gegeben wird, findet man meistens den *Stallmist*. Die Menge des zu gebenden Stallmistes je Hektar hängt wesentlich davon ab, ob man eine örtliche oder eine Gesamtdüngung ausführt (je nach der Art der Bodenbearbeitung). Im ersteren Fall kann sie bis auf 150 dz herabsinken, im zweiten Fall erreicht sie 1200 dz und sogar schon 6000 dz. Beim Umgraben wird der Stallmist in verschiedenen Tiefen untergebracht; er wird gewöhnlich mit Bodenschichten durchschichtet. Aber man muß in Betracht ziehen, daß man, je weniger der Boden durchlässig ist, um so vorsichtiger mit der tiefen Unterbringung des Stallmistes sein muß, weil bei schlechtem Luftzutritt die Zersetzung des Stallmistes im Boden nicht regelmäßig vor sich gehen kann. Außer dem Stallmist werden manchmal als Grunddüngung auch Kompost, Mergel und solche organische Düngemittel angewendet, die sich langsam zersetzen und im Laufe einer längeren Zeit wirken (Hornspäne, Wolle und andere Düngemittel). Die periodische alljährliche Düngung des Bodens erfolgt gewöhnlich bei dem Aufgraben der Stöcke zum Beschneiden des Hopfens, wobei bereits auch leicht lösliche Substanzen angewandt werden: Stickstoff, Phosphorsäure- und Kalidüngemittel, manchmal wird auch Gülle angewandt usw. Es muß bemerkt werden, daß ein einseitiger Überfluß an Stickstoff auf die Qualität des Hopfens ungünstig wirken kann. Eine übermäßige Entwicklung der Blätter und der Ranken erfolgt zum Nachteil der Zapfen, die lang, locker, mit geringem Aroma und in geringeren Mengen gewonnen werden; dies erklärt die Warnung vor Schafmist. *Kalidüngemittel* üben eine günstige Wirkung auf die Entwicklung des Hopfens aus; aber an Chlorsalzen reiche Substanzen (Staßfurter Salze) stehen in ihrer Wirkung z. B. hinter dem schwefelsauren Kali zurück. Durch den Kochsalzgehalt wird auch die manchmal beobachtete ungünstige Wirkung der *städtischen Abfälle* auf den Hopfen erklärt, obgleich die ungünstige Wirkung bei ihrer übermäßigen Anwendung sehr leicht auch von anderen Ursachen abhängt: von dem Gehalt an Schwefelwasserstoff, von einem einseitigen Vorherrschen des Stickstoffs usw.; aber der Kompost aus städtischen Abfällen kann mit Erfolg angewendet werden. Die *Gülle* ist ein gutes Hilfsmittel bei der Düngung des Hopfens, wenn man die weiter oben gemachten Ausführungen

[1] Siehe ebenfalls die Mitteilungen von Remy, von I. I. Nikitinski: Landw. u. Forstw. Bd. 206, 614 zitiert. Die dort angeführten Zahlen beziehen sich auf höhere Erträge, aber verhältnismäßig ist ihre Bedeutung die gleiche.

über das unerwünschte Vorherrschen der Stickstoffnahrung beachtet, d. h. für gleichzeitige Phosphor- und Kaligaben sorgt. Die Gründüngung kann zwischen den Reihen im ersten Jahr des Hopfenbaues angewandt werden.

5. Vermehrungs- und Pflanzmethoden.

Zur *Vermehrung* des Hopfens werden unterirdische Teile der Hopfentriebe, die *Setzer*, verwendet. An die Setzer werden gewisse Anforderungen gestellt. Sie müssen 2—3 Paar Knospen tragen, 9—11 cm lang und nicht weniger als $1^1/_2$ cm dick sein, um hinsichtlich des Nährstoffvorrats für die junge Pflanze während der ersten Zeit sichergestellt zu sein. Die Setzer müssen von Pflanzen im Alter von 3—12 Jahren genommen werden, weil angeblich[1] die Stecklinge, die man von jüngeren Pflanzen gewonnen hat, in der Nachkommenschaft einen Hopfen liefern, „der seinen Eigenschaften nach dem wilden Hopfen nahesteht"; die Setzer aber, die von älteren Pflanzen gewonnen werden, sind schwach, von geringer Wachstumsenergie, und gehen infolge verschiedener ungünstiger Einwirkungen zugrunde. Das *Ausschneiden* des Setzers muß schräg mit einem scharfen Messer erfolgen, um den abgeschnittenen Setzer nicht zusammenzudrücken; dadurch kann der in der Erde bleibende Teil verfaulen und eingehen. Aus dem 22—30 cm langen Rhizom kann man 2—3 Setzer herausschneiden, wobei einige die oberen Sezter bevorzugen, obgleich sie dünner sind; aber sie haben die jüngsten Knospen. Andere bevorzugen wieder die unteren Setzer, weil sie dick sind und den größten Nährstoffvorrat enthalten. Die etwa 14 Tage vor dem Pflanzen fertiggestellten Setzer werden im Keller oder in irgendeinem anderen trockenem Raum aufbewahrt. Beim Verschicken auf größere Entfernungen werden die oberflächlich abgetrockneten Setzer in Bündel zusammengebunden und mit trockenem Moos umgeben. Die Setzer müssen von Pflanzen genommen werden, deren Eigenschaften gut bekannt sind. Andere empfehlen, das Pflanzen mit bereits *wurzelgefaßten* Setzern auszuführen, was in England üblich ist. Dort werden die Setzer zuerst auf Beeten eng ausgepflanzt; nach einem Jahr aber, nachdem sie Wurzeln gefaßt haben, werden sie in das Feld hinausgepflanzt. Solche Setzer fassen besser Wurzeln und müssen in ihrer Entwicklung diejenigen Setzer überholen, die noch keine Wurzeln gefaßt haben. Andere jedoch sehen in dieser Methode keine Vorzüge, weil die Setzer bei dem engen Pflanzen im ersten Jahr kein genügend starkes Wurzelsystem entwickeln können. Außerdem leiden die Wurzeln beim Umpflanzen unbedingt, was auf die nachfolgende Entwicklung der Pflanze schädlich einwirkt. Wurzelsetzer kann man auch aus oberirdischen Stengeln gewinnen. Zu diesem Zweck wird der untere Teil durch Seitentriebe in den kleinen Graben gelassen, der die Stützlatte umläuft, und mit Erde zudeckt. Den oberen Teil läßt man im Freien und bindet ihn um die Stützlatte. Nachdem der mit Erde bedeckte Teil des Seitentriebes Wurzel gefaßt hat, wird er in Stücke zerschnitten, welche die Wurzelsetzer darstellen, die zum Verpflanzen ebenso benutzt werden wie die Setzer, die man durch Abschneiden vom Wurzelstock erhalten hat.

Eine geringere Verbreitung als die beiden eben beschriebenen Vermehrungsmethoden des Hopfens mit Setzern haben folgende Vermehrungsmethoden — durch *Senker* und durch *Samen*. Die erste Methode besteht darin, daß der oberirdische Stengel an der Oberfläche des Bodens bis zu der Stelle gezogen wird, wo die neue Pflanze wachsen soll. Man biegt den Zweig in eine Grube und schüttet ihn mit Erde zu. Das obere Ende des Seitentriebes wird um einen Pfahl gewunden. Hat der Seitentrieb Wurzel gefaßt, so wird er von der Mutterpflanze abgehackt. Auf diese Weise wird der wurzelgefaßte Trieb auf die gewünschte Stelle

[1] Es kommt aber sehr oft vor, daß von den Praktikern für ganz richtige Maßnahmen unrichtige Erklärungen gegeben werden.

fortgeführt, und hier entwickelt sich eine selbständige Pflanze. Die zweite Methode wird in der Absicht angewandt, in der Nachkommenschaft möglichst viel Variationen zu erhalten, was gewöhnlich bei der ungeschlechtlichen Vermehrung nicht der Fall ist, und was man bei der Züchtung neuer Hopfensorten anstrebt.

Wenn wir zu den *Pflanzmethoden* übergehen, wollen wir zuerst bei der Verteilung der Pflanzen auf der Fläche stehenbleiben, und zwar wollen wir zuerst sehen, welche *Flächen* jeder Pflanze zugeteilt werden, und in welcher Anordnung die Pflanzen auf der Fläche verteilt werden. Die Flächen, die jeder Pflanze zugeteilt werden, schwanken sehr, je nach der Sorte. Die hochwüchsigen und sich stark verzweigenden Sorten müssen weiter gestellt werden. Die Flächen schwanken auch je nach den Bodeneigenschaften; je besser der Boden ist, um so weiter werden die Pflanzen verteilt. Sie schwanken auch nach den Eigenschaften des Klimas. In feuchtem Klima, wo die Pflanzen eine geringere Lichtmenge ausnutzen können, muß weiter gepflanzt werden. Sie schwanken auch je nach der einen oder anderen Kulturmethode; z. B. je nach der größeren oder geringeren Anwendung der Bearbeitung zwischen den Reihen. In England z. B., wo die Bearbeitung zwischen den Reihen oft mit Pferdegeräten in zwei Richtungen ausgeführt wird, werden auf einen Hektar manchmal nur 2400 Pflanzen verteilt, d. h. auf eine Pflanze entfällt eine Fläche von etwa 4 qm (was auch den klimatischen Verhältnissen entspricht: Überfluß an Feuchtigkeit, starke Bewölkung — infolgedessen Lichtmangel; all dieses zwingt, die Pflanzen dünner zu verteilen). Ein anderes Extrem ist 18000 Pflanzen je Hektar, wie es bei uns in Guslizy vorkommt. Es gibt Anhänger der engen Verteilung, bei der es ihrer Meinung nach wertvoll ist, daß sich nur beste obere Zapfen entwickeln. Es gibt aber auch Anhänger der weiten Verteilung, die diese Verteilung deswegen vorziehen, weil sich dabei die sich stark verzweigenden Pflanzen von oben bis fast nach unten mit Zapfen bedecken, und man dadurch vom Stock eine viel größere Ernte erhält. Als Mittelzahl an Pflanzen je Hektar kann man 7—8000 annehmen, was einer Reihenentfernung von 140 cm und einer Entfernung in den Reihen von 1 m entspricht.

Oft wurde außer der Größe des Standraumes auch noch die Frage der *Pflanzenverteilung* aufgeworfen. Man kann die Pflanzen entweder an den Ecken eines Parallelogramms oder Quadrates oder im Fünferverband oder schließlich an den Ecken gleichseitiger Dreiecke anpflanzen. Im ersten Fall werden die Pflanzen bei größerer Entfernung zwischen den Reihen als in den Reihen verteilt, wobei die Pflanzen sämtlicher Reihen einander gegenüberstehen. Im zweiten Fall werden die Pflanzen genau so verteilt, allerdings mit dem Unterschied, daß die Abstände sowohl in den Reihen als auch zwischen den Reihen gleich groß sind. Wenn in den beiden genannten Fällen die Pflanzen der ungeraden Reihen der Mitte der Zwischenräume der Pflanzen der geraden Reihen gegenüberstehen, so entsteht die dritte Art der Pflanzenverteilung, die Fünferfigur, bei der vier Pflanzen von den fünf in einem Rechteck oder Quadrat stehen, je nachdem, ob die Entfernungen zwischen den Reihen und in den Reihen gleich groß sind; die fünfte Pflanze steht in der Mitte auf dem Schnittpunkt der Diagonalen. Im vierten Fall endlich werden die Pflanzen so verteilt, daß der Abstand zwischen den Reihen der Höhe eines gleichseitigen Dreiecks gleich ist, der Abstand der Pflanzen in den Reihen aber gleich einer Seite dieses Dreiecks. Die größte Pflanzenzahl je Hektar (bei gleichen Verhältnissen in der Ausnutzung der Wärme, des Lichtes und des Bodens) kann man bei der letztgenannten Methode unterbringen, weniger bei der Verteilung im Quadrat oder Rechteck oder im Fünferverband. In derselben Ordnung nimmt auch die Möglichkeit der Zwischenreihenbearbeitung in verschiedenen Richtungen ab. Indessen hatte in der Praxis in diesen theoretischen Betrachtungen vieles nicht die Bedeutung, die ihm beigemessen wurde.

Vor dem *Pflanzen* wird mit Hilfe des Markeurs oder einer Schnur die Stelle für die Pflanze gekennzeichnet oder (was noch öfter der Fall ist) die Stelle für die Stützstange; im letzteren Fall werden in diesen Stellen Pfähle von 1—2 m Höhe errichtet, was für das erste Jahr völlig genügt. Danach werden die Gruben hergerichtet (übrigens wird dies oft im Herbst ausgeführt, im Zusammenhang mit der Vorbereitung des Bodens zum Hopfen). Die Gruben werden in einiger Entfernung (18—26 cm) südlich vom Pfahl gegraben, damit die Pflanze von Anfang an besser das Licht ausnutzt; die Grube kann aber auch an der vor den am meisten herrschenden Winden geschützten Seite aus anderen Gründen errichtet werden (s. weiter unten). Das Pflanzen erfolgt gewöhnlich im *Frühjahr*. Das Herbstpflanzen ist möglich, aber insofern unbequem, als man 1. zur Erhaltung von Setzern in diesem Falle den Hopfen im Herbst beschneiden muß, was, wie wir weiter unten sehen werden, nicht immer praktisch ist; 2. können die Setzer, welche zu viel Wasser aufnehmen, verfaulen und erfrieren. Mit gutem Erfolg kann das Herbstpflanzen im Süden angewandt werden, wo im Frühjahr das Wurzelfassen der Setzer oft durch Dürre verzögert wird, beim Herbstpflanzen dagegen eine bessere Zapfenernte entsteht.

Das Pflanzen selbst erfolgt entweder in kleine offene Gruben oder in eine Öffnung, die mit einem Pflanzholz, mit einer Hacke oder einem Spaten im lockeren Boden zur selben Zeit wie das Pflanzen gemacht wird; bearbeitet man das Feld durchweg, so wird ein vorheriges Zurechtmachen der Gruben empfohlen, bei örtlicher Bearbeitung dagegen empfiehlt man ein unvollständiges Zudecken der Gruben. Im zweiten Fall, bei örtlicher Bearbeitung, werden die Gruben bis oben mit Erde, vermischt mit Kompost und Stallmist, zugedeckt. In jede Pflanzstelle pflanzt man gewöhnlich mehrere Setzer (2—4), und nur beim Pflanzen bewurzelter Setzer, wo mithin das Anwachsen jedes Setzers gesichert ist, wird einzeln gepflanzt. Mehr als 2—3 Setzer zu pflanzen ist gewöhnlich nicht empfehlenswert, weil sie sich gegenseitig in der Entwicklung hemmen, und weil man nachher die überflüssige Zahl der Ranken entfernen muß. Aber bei Verwendung noch nicht wurzelgefaßter Setzer muß man die leeren Stellen nachher nachpflanzen. Indessen wird in letzter Zeit von Fruwirth immer mehr das Pflanzen eines Setzers befürwortet, um, falls Setzer eingehen, eine Reserve an wurzelgefaßten Setzern zu haben. Pflanzt man ohne Gruben oder in Gruben, die mit Stallmist, Kompost und mit guter Erde angefüllt sind, so wird eine Hacke oder ein Pflanzholz benutzt. Die Hacke (oder das Pflanzholz) wird in den Boden getrieben, etwas zur Seite gedrückt und in die entstandene Öffnung wird der Setzer eingelassen. Danach wird die Hacke herausgezogen, und die Setzer werden noch von oben mit Erde bedeckt; hält man es für nötig, tief zu pflanzen, so wird die Pflanze nicht gleich auf die volle Tiefe zugeschüttet. Die Tiefe der Unterbringung schwankt übrigens je nach den Bodeneigenschaften (je lockerer der Boden, um so tiefer die Unterbringung), je nach der Frostgefahr usw. Nach Fruwirth muß das obere Ende des Setzers auf leichten Böden 10—15 cm, auf schweren Böden 5—10 cm unter der Oberfläche der Plantage liegen; in der Grube selbst aber darf die Stärke der zudeckenden Erdschicht beim Pflanzen 2—3 cm nicht überschreiten. Beim Pflanzen in Gruben werden die Setzer entweder in die Mitte der Grube oder in ihre Ecken gepflanzt (letzteres geschieht übrigens in Guslizy), wenn die Gruben viereckig sind. Die Setzer werden entweder senkrecht oder schräg eingepflanzt. Werden sie schräg eingepflanzt, so bildet die Mehrzahl der Knospen Triebe, weil der Unterschied in der Tiefe der Knospen nicht groß ist; die Triebe sitzen weniger gedrängt infolge der schrägen Lage. Werden die Setzer senkrecht gepflanzt, so können die unteren, tiefer untergebrachten Knospen nicht immer austreiben, besonders in bindigem, un-

durchlässigem Boden; für lockere Böden ist dieser Unterschied nicht so groß. Beim Pflanzen in Gruben kann man auch gleichzeitig die Düngung der Pflanzstellen ausführen. Zu diesem Zweck führt man das Pflanzen folgendermaßen aus. Auf dem Boden der offenen Grube wird ein Kegel aus Kompost gesetzt. In diesen Kegel werden schräg die Setzer mit den oberen Enden nach der Mitte gepflanzt und mit einer Erdschicht zugedeckt, auf die noch eine Schicht Stallmist gelegt wird; der Stallmist darf die Setzer nicht unmittelbar berühren. Auf zu feuchten Böden werden die Setzer nicht in Gruben, sondern umgekehrt in kleine Hügel auf der Erdoberfläche gepflanzt. Der gepflanzte Hopfen wird im Fall einer langwährenden Dürre begossen. Bei normalen Witterungsverhältnissen genügt es zur Erhaltung der Feuchtigkeit, den Boden der Pflanzstelle mit Spreu oder Sägespänen zu bedecken.

Nach dem Pflanzen und vor dem Erscheinen der Triebe hat man es besonders nach starken Regenfällen manchmal mit Krustenbildung oder einer Freilegung der Setzer zu tun. In diesen Fällen muß man die Kruste vorsichtig mit einer Handhacke zerschlagen, die unbedeckten Setzer aber wieder mit Erde bedecken.

6. Pflege- und Stützmethoden des Hopfens.

Etwa 10—12, bei trockenem Wetter auch 20 Tage nach dem Pflanzen beginnen die jungen Triebe aufzulaufen. Im ersten Jahr entwickelt sich der Hopfen schwach. Er bildet niedrige Stengel, die Zapfenernte ist, wenn überhaupt vorhanden, gering; meistens werden überhaupt keine Zapfen ausgebildet. Aber dies ist auch nicht wünschenswert, weil sich der Hopfen erschöpft, wenn er bereits im ersten Jahr Zapfen bringt; es wird angenommen, daß sich diesEerschöpfung bei ihm im Laufe mehrerer darauffolgender Jahre auswirkt. Um aber irgendeinen Ertrag der Hopfenanlage im ersten Jahr zu haben, werden zwischen den Reihen oft Hackfrüchte angebaut, obgleich es auch Gegner einer solchen Zwischenreihenkultur gibt, die sagen, daß die Zwischenkulturen dem Hopfen Feuchtigkeit und Nährstoffe entziehen; und außerdem befürchtet man, daß das Hacken dieser Frucht, vor allem bei größerer Nähe des Hopfens, eine Beschädigung der Hopfenwurzeln zur Folge haben kann. Indessen ist bei der erforderlichen Düngung und Auswahl der Pflanzen der Zwischenfruchtbau in nicht zu trockenem Klima im ersten Jahre durchaus am Platze, besonders wenn Leguminosen gebaut werden, die entweder während der Blüte oder in noch unvollständiger Reife geerntet werden. Die *Pflege des Hopfens* im ersten Jahr beginnt mit dem *Errichten der Stangen*, sofern dies beim Pflanzen noch nicht geschehen war. Anfangs brauchen die Stangen, wie gesagt, nicht groß zu sein, sie werden in einer Entfernung von 15—30 cm nördlich oder westlich von der Pflanzstelle gesetzt, damit sie die Pflanzstelle nicht beschatten, oder nach der Seite der vorherrschenden Windrichtung, damit die Stange, falls sie vom Wind umgeworfen werden sollte, nicht auf die Pflanze fällt[1] oder diese nicht zerreißt, wie dies möglich ist, wenn die Stange an der entgegengesetzten Seite der Pflanzstelle aufgerichtet wird. Nach dem Errichten der Stangen erfolgt das Aufbinden der Ranken, wozu jede von ihnen zuerst getrennt von links nach rechts um den Pfahl gewickelt wird, so daß sie sich gegenseitig nicht beengen; danach werden diese Ranken vorsichtig oben und unten angebunden, wozu man Stroh oder Bast benutzen kann. Das Aufbinden erfolgt gewöhnlich bei trockenem Wetter am Tage, weil nach Regen oder nach Tau die Ranken sehr saftig sind und daher leicht brechen. Nach dem

[1] Dies bezieht sich vor allem auf hohe Stangen, welche die ersten niedrigen Pfähle ersetzen.

Aufbinden der Ranken wird in den Zwischenreihen *gehackt*, um den Boden zu lockern und die Unkräuter zu vernichten. Gehackt wird bis zu dreimal mit Pferde- oder Handgeräten, in einer oder in zwei Richtungen, je nach dem Raum zwischen den Reihen, nach der Entfernung der Pflanzen in den Reihen und je nach der Art der Pflanzenverteilung. Im Herbst, nachdem die Blätter der Triebe abgefallen sind, wird das Beschneiden der Triebe nicht so ausgeführt, wie es bei erwachsenen Pflanzen üblich ist, sondern es werden nur die Zweige über der Erde abgeschnitten, wobei man über der Erde 45—55 cm große Teile zurückläßt, die an den Boden gebogen werden und zum Winter mit Stallmist und Erde zugedeckt werden; auch hier ist es besser, wenn der Stallmist mit den Pflanzen nicht unmittelbar in Berührung kommt.

Im zweiten Jahr, wenn die Pflanze noch nicht ihre volle Fruchtbildung erreicht, ist die Pflege außer dem Beschneiden, das erst vom dritten oder vom vierten Jahr beginnt, dieselbe wie in den nachfolgenden Jahren. Zur Betrachtung dieser Pflegemaßnahmen wollen wir jetzt übergehen.

Wir wollen mit der *wichtigsten Pflegemaßnahme* des Hopfens in den späteren Jahren, mit seinem *Beschneiden*, beginnen, von dem die Ernte der Zapfen sowohl qualitativ als auch quantitativ abhängt. Diese Operation hat den Zweck, 1. die überflüssigen Triebe und Knospen an der Wurzel zu entfernen und dadurch die stärkste Entwicklung einiger Stengel nur aus den übriggelassenen Knospen hervorzurufen; 2. den Wurzelstock im Boden zurückzuhalten, da dieser ohne Beschneiden herauswächst und sich der Oberfläche nähert, wo er leichter unter Dürre und Frost leidet. Das Beschneiden erfolgt auf folgende Art: Die Pflanzstelle wird mit Hilfe eines Spatens oder einer Hacke geöffnet (oder der Boden wird zuerst mit einem Pfluge weggepflügt, und dann greift man erst zu Handgeräten), die Triebe werden mit einem scharfen Messer abgeschnitten, und zwar so, daß 3—4 gute Knospen zur Bildung der Stengel übrigbleiben. Die Knospen bleiben entweder auf dem Wurzelstock selbst (auf dem primären Stengel), solange dieser noch jung ist (beim ersten Beschneiden), oder auf den unteren Teilen der beschnittenen Triebe. Starke Pflanzen werden stärker beschnitten, schwache weniger. Es gehört eine gewisse Geschicklichkeit und Übung dazu, um nach dem äußeren Aussehen der Pflanze zu entscheiden, welches Beschneiden hier am Platz ist. Nachdem man das Beschneiden beendet, gleichzeitig auch die Insekten, falls solche vorhanden waren, vernichtet und, falls nötig, den Boden gedüngt hat, wird die Pflanzstelle wieder zugemacht. Das Beschneiden des Hopfens kann entweder im Herbst nach der Vegetation oder im Frühjahr vor der einsetzenden Saftbewegung erfolgen. Das Beschneiden zusammen mit der Bearbeitung und Düngung des Bodens kann man im Herbst sorgfältiger ausführen[1], weil man sich gar nicht beeilen braucht, da die Pflanze ja nicht mehr wächst. Im Frühjahr dagegen, wenn man einerseits das Beschneiden möglichst früh ausführen muß, weil es schädlich ist, bereits wachsende Pflanzen zu beschneiden (die Pflanze beginnt aber bereits früh zu wachsen), andererseits aber dennoch ein Abtrocknen des Bodens abwarten muß, ist der Zeitraum zum Beschneiden stark begrenzt. Trotz eines derart offenbaren Vorteils der Herbstarbeit wird das Beschneiden im Frühjahr dennoch oft gerade deswegen vorgezogen, weil die Schnittflächen im Herbst schwerer verheilen, und die Triebe leichter faulen

[1] Gewöhnlich wird die Erde von der Pflanzstelle mit dem Pfluge fortgepflügt, wobei man in zwei zueinander senkrechten Richtungen arbeitet; danach wird die Pflanzstelle mit einer Hacke geöffnet. Nach dem Beschneiden und dem Schließen der Pflanzstelle wird die Erde wiederum mit Hilfe des Pfluges an die Pflanzstelle herangebracht, wodurch eine gute Lockerung entsteht. Erfolgt das Beschneiden im Frühjahr, so behält die Herbstbearbeitung der Plantage unabhängig vom Beschneiden ihre Bedeutung.

und erfrieren. Indessen hat das Beschneiden des Hopfens überhaupt seine Anhänger und seine Gegner. Die Gegner weisen darauf hin, daß beim Beschneiden durch die Schnittflächen viele Nährsäfte verlorengehen, daß die Schnittflächen ferner von Pilzen besiedelt werden, welche Erkrankungen des Hopfens hervorrufen. Die beschnittenen Pflanzen sind weniger langlebig als die nichtbeschnittenen. Schließlich weisen sie darauf hin, daß das Beschneiden schwer ausführbar ist und die Kosten der an sich schon teuren Pflege des Hopfens stark erhöht. Die Anhänger verteidigen das Beschneiden deshalb, weil nichtbeschnittener Hopfen verwildert, der Ertrag seiner Zapfen quantitativ und qualitativ zurückgeht, der an die Oberfläche heranwachsende Wurzelstock der Wirkung der Dürre und des Frostes ausgesetzt wird. Die Versuche sprechen in der Mehrzahl der Fälle dennoch zugunsten des Beschneidens.

So zeigten die Versuche von FRUWIRTH:

	Ertrag der vegetativen Teile g	Ertrag der Zapfen g
Mit Beschneiden	2240	713
Ohne Beschneiden	2485	479

Aber bei Verspätung mit dem Beschneiden kann das Ergebnis umgekehrt sein.

Sorten	Saazer g	Schwetzinger g	Hersbrucker g
Ertrag ohne Beschneiden	150	260	643
Bei frühem Beschneiden	713	338	461
Bei spätem Beschneiden	144	200	212

Es muß bemerkt werden, daß das Ergebnis solcher Versuche durch meteorologische Verhältnisse beeinflußt wird, und daß die Versuche langdauernde sein müssen.

Zum Schluß kommt FRUWIRTH zu folgender Forderung: Bei späten Sorten kann das Beschneiden eher überflüssig sein als bei frühen. Sind keine Frühjahrsfröste zu befürchten, so kann man auch eher ohne Beschneiden auskommen, als wenn solche Fröste üblich sind (da das Beschneiden das Auflaufen der Triebe verlangsamt). Beim Anbau auf Beeten ist das Beschneiden ebenfalls notwendiger als auf flachem Acker. In den letzten Jahren der Hopfenplantage kann man das Beschneiden unterlassen. Hat man sich aber in den davorliegenden Jahren mit dem Beschneiden verspätet, so ist es besser, das Beschneiden in einem solchen Jahre zu unterlassen. Wird das Beschneiden im gewöhnlichen Sinne des Wortes nicht ausgeführt, so werden dennoch alle überflüssigen Triebe über der Erde durch Abschneiden in früherem Entwicklungsstadium entfernt (bei einer Länge von 15 cm über der Erdoberfläche).

Die nächste Pflegemaßnahme des erwachsenen Hopfens ist das *Errichten der Stangen* zur Stützung der sich windenden Triebe. Als die besten Stangen gelten die aus Wacholder[1] (sie dienen 20 und noch mehr Jahre), dann aus Fichten oder Kiefern. Die Stangen von Laubbäumen sind bedeutend schlechter. Die Stange wird möglichst gerade, unbiegsam und nicht brechend ausgewählt. Sie braucht nicht sehr hoch zu sein, damit sie die Triebe nicht zu sehr zum in die Länge wachsen veranlaßt, weil diese Ausdehnung in die Länge ihrer Fruchtbildung zum Nachteil gereicht. Aber sie darf auch nicht zu kurz sein, weil die freien Enden der Triebe von den kurzen Stangen herabhängen und sich zu

[1] Juniperus suecica — in Schweden, Norwegen und Finnland.

Knoten verflechten. Eine Höhe von 6—8 m kann man sogar beim Anbau der hochwachsenden Sorten als genügend ansehen.

Gewöhnlich werden auf einer Stange zwei Ranken belassen (selten drei); eine bleibt als Reserve. Bei schnellem Wachstum muß man das Aufbinden wiederholen. Bei einem Drahtsystem winden sich die Hopfentriebe, wie gesagt, von selbst fest um den Draht, so fest, daß der Draht in das Pflanzengewebe eingedrückt wird, wodurch die Bewegung der Säfte erschwert werden kann, wenn man nur einen Trieb am Draht beläßt; bei zwei Trieben wird diese Erscheinung nicht beobachtet.

Die Stärke der Stange darf unten nicht mehr als 6,5 cm betragen, weil sich der Hopfen um dicke Stangen schlecht windet und ein mehrfaches Anbinden verlangt, was übrigens auch von der Hopfensorte abhängt. Holzstangen haben viele Nachteile: ihre Anschaffung ist teuer (bei unserem verhältnismäßig billigen Holzmaterial braucht man 400—1200 RM. je Hektar.) Sie werden im Boden leicht schlecht; man muß ihre Enden entweder ankohlen oder mit irgendeinem Desinfektionsmittel, z. B. Kreosot, beschmieren oder die Vorrichtung von Schröder benutzen: in den Boden wird ein Eichenklotz mit einem Einschnitt im oberen Teil eingegraben. In diesen Schnitt wird das Stangenende eingelassen, das durch Ring und Splint festgehalten wird. Verschiebt man den Ring nach oben, so kann die Stange geneigt werden. Recht viel Mühe machen die Stangen bei ihrem Einschlagen in den Boden (obgleich es auch spezielle Vorrichtungen zum Bohren der Öffnung im Boden und zum Einschlagen gibt) und beim Herausziehen aus dem Boden (dafür gibt es spezielle Stangenheber). Das eine wie das andere aber muß man alljährlich ausführen, da man zum Winter die Stangen herausziehen muß, um sie nicht verderben zu lassen. Weil die Stangen eine bedeutende Angriffsfläche bieten, so werden sie oft vom Wind umgeworfen oder gebrochen. Außerdem haben die Stangen auch noch den wesentlichen Nachteil, daß man zur Abnahme der Zapfen gewöhnlich die Stangen herausziehen muß. Dies kann man aber nur dann machen, wenn man den Stengel durchgeschnitten hat. Dieses Durchschneiden muß man aber zu einer Zeit ausführen, wenn die Pflanze noch in voller Kraft ist, wenn die Nährstoffvorräte noch keine Zeit haben, sich für den Winter abzulagern; die Bewegung der Säfte ist noch nicht beendet; infolgedessen gehen durch das Abschneiden viel Säfte verloren.

Man kann übrigens das Abschneiden der Stengel bei einem Stangensystem dadurch vermeiden, daß man unten einen gewissen Längenvorrat des Triebes schafft, indem man ihn nicht sofort auf der Stange, sondern zuerst auf einer kurzen ergänzenden zur Hauptstange geneigten Stange wachsen läßt. Dann kann man die Hauptstange herausziehen und wieder einstecken, ohne die Pflanzen zu beschädigen.

Dies alles zwang schon lange das Ausland dazu, zu *Drahtsystemen für die Hopfenstützung* überzugehen. Auch für uns ist dieses System in vielen Fällen vorteilhafter, weil, obgleich auch die Anfangsausgabe für die Anschaffung dieses Systems groß ist, man doch weniger laufende Ausgaben und weniger Arbeit hat; man braucht den Hopfen nicht mehr anzubinden, weil er an sich schon den Draht gut umwickelt; man braucht für die Ernte den Stengel nicht noch abzuschneiden[1], weil es hierfür genügt, den senkrechten Draht von dem horizontal verlaufenden Hauptdraht abzuhängen und herabzulassen; man erhält auf diese Weise eine Möglichkeit, die Zapfenernte auszuführen, ohne den Stengel vom Draht abzunehmen. Der Luft- und Lichtzutritt zu den Pflanzen ist größer als bei den Holzstangen und infolgedessen der Ertrag höher — mit einem Wort, es fallen bei diesem System viele der Nachteile fort, mit denen man es bei den

[1] Fruwirth zitiert die Ergebnisse eines Versuches, bei dem das vorzeitige Abschneiden der Ranken die Ernte des nächsten Jahres von 29,2 auf 22,2 kg je 100 Pflanzstellen herabdrückte.

Holzstangen zu tun hat. Unter den Drahtsystemen unterscheidet man pyramidale und Reihensystme („Spalier"). Die ersteren werden so errichtet, daß an einer senkrecht stehenden Holzstange oben mehrere Drähte befestigt werden, die schräg nach verschiedenen Richtungen von der Stange verlaufen und in einiger Entfernung von ihr am Boden befestigt werden. Dies System ist dadurch unpraktisch, weil sich die oben berührenden Pflanzenranken verflechten, Knoten bilden, welche die Ernte sehr erschweren. Bequemer sind die Reihensysteme der Drahtstützen. Sie werden recht verschieden eingerichtet, z. B. werden in jeder Pflanzenreihe an den Enden senkrechte Pfähle errichtet, zwischen ihnen wird ein wagerecht verlaufender Hauptdraht in der gewünschten Höhe befestigt und an diesem Draht werden dann mit Hilfe von Haken die senkrecht verlaufenden dünneren Drähte mit den an ihnen rankenden Pflanzen befestigt. Oder der horizontale Hauptdraht wird nicht über der Reihe, sondern über der Zwischenreihe gezogen; dann werden die senkrechten Drähte zweier Nachbarreihen an diesem einen Hauptdraht befestigt. Natürlich verlaufen in diesem Falle die senkrechten Drähte etwas schräg. Um die Höhe der Pflanze zu verringern, ohne aber gleichzeitig die Länge des Stützdrahtes zu verändern, wird der Hauptdraht manchmal bedeutend niedriger gezogen; die Stützdrähte verlaufen dann in stark geneigter Richtung. Endlich werden in letzterer Zeit immer mehr die niedrigen Systeme angewandt, z. B. das System von Hermann, das in allgemeinen Zügen darin besteht, daß die senkrechten Stützdrähte sehr kurz gemacht werden (so daß man mit der Hand an den wagerechten Draht heranreichen kann); die freien Enden der Pflanzen werden auf den wagerechten Drähten verteilt. In diesem Fall kann man die Ernte ausführen, ohne die Drähte abzunehmen. Es wird dadurch auch die Festigkeit des ganzen Systems erhöht. Aber dabei darf man keine hochwüchsigen Sorten bauen und keine das Wachstum fördernden Düngemittel in großen Mengen (Stickstoff) anwenden usw.

Die nächste Pflegemaßnahme des erwachsenen Hopfens ist das *Anbinden* (bei Stangen).

Manchmal erfolgt auch eine *Entfernung der unteren Hopfenzweige*, was fälschlicherweise mit der Entfernung der sekundären Triebe beim Tabak verglichen wird. Einige betrachten die Entfernung aller unfruchtbaren Zweige und sogar aller Blätter, die sich im unteren Teil der Ranken (bis zu 2 m) bilden, für nützlich mit der Berechnung, den Überfluß an Säften, der von diesen Teilen verbraucht wird, den fruchttragenden Zweigen zuzuführen, den Licht- und Luftzutritt von unten zu erhöhen, wodurch die Reife des Hopfens beschleunigt und der Befall mit Insekten und Pflanzenparasiten, für welche die gehemmte Luftzirkulation am günstigsten ist, verringert wird, und schließlich um das darauffolgende Behäufeln zu erleichtern. Aber der Nutzen dieses Beschneidens (vor allem der Blätter) ist recht zweifelhaft (sofern durch dies Beschneiden nicht die durch die Beschattung abgestorbenen Teile entfernt werden), da sie die Pflanze der grünen Teile beraubt und infolgedessen auch die Aufnahmefähigkeit verringert. Viel begründeter kann das *Abschneiden der oberen Stengelenden* sein zur Beschleunigung der Fruchtbildung und der Reife einer beschränkten Zweiganzahl. Das Abschneiden der oberen Enden der Fruchtzweige, wie es von einigen empfohlen wird, findet eine geringe Anwendung infolge der Mühseligkeit dieser Arbeit. In den angeführten Fällen ist es bequemer, das Abschneiden oder das das Abschneiden ersetzende Abbrechen bei feuchtem Wetter auszuführen, morgens oder abends, wenn alle mit Säften reich angefüllten Pflanzenteile am leichtesten brüchig sind. Sämtliche Arbeiten müssen bis zum Zeitpunkt der Hopfenblüte erledigt sein. Außer der Pflege der Pflanzen ist auch eine *Pflege des Bodens* erforderlich. Wie beim Hackfruchtbau

überhaupt, so sind auch hier *Hacken und Behäufeln* die Hauptpflegemaßnahmen. Als erste Behäufelung kann das Hinzupflügen der Erde an die Pflanzstellen betrachtet werden, der Erde, die zum Beschneiden der Pflanzen von jenen fortgepflügt wurde. Danach erfolgt noch eine oder zwei Behäufelungen. Das Behäufeln wird mit Handhacken oder mit Pferdehäufelpflügen ausgeführt. Der Grad der Behäufelung hängt wesentlich von den Bodeneigenschaften ab. Ein besonders starkes Behäufeln ist auf feuchten bindigen Böden erforderlich, um sie etwas auszutrocknen und ebenfalls den Luftzutritt zu den Wurzeln durch die beim Behäufeln zwischen den Reihen entstehenden Furchen zu erhöhen. Auf Abhängen muß das Behäufeln nicht in Richtung des Abhanges, sondern quer dazu ausgeführt werden.

7. Ernte und Trocknung des Hopfens.

Die *Reife* des Hopfens tritt für die verschiedenen Sorten, aber auch je nach dem Klima, den Bodeneigenschaften usw. zu verschiedenen Zeiten ein (August, September). Hier hat nur die *technische Reife* eine Bedeutung, mit anderen Worten, die Eignung der Zapfen zur Verwendung und Aufbewahrung. Diese Reife tritt durch folgende Merkmale in Erscheinung. Die grüne Farbe wird gelblichgrün oder goldgelb, die Zapfen erhalten eine gewisse Dichte, die Deckblätter sind nicht so weich und feucht; sie knistern bei trockenem Wetter, sie erhalten ein stärkeres Aroma und eine gewisse Klebrigkeit. Die überreifen Zapfen werden rot, fallen leicht auseinander und öffnen ihre Deckblätter, wodurch das Lupulin herausfällt und das Aroma abnimmt. Der unreife Hopfen liefert eine unvollständige Ernte schwer zu trocknender Zapfen, der Gehalt an Lupulin ist ebenfalls unvollständig. Werden außerdem bei der Ernte die Triebe abgeschnitten, so erschöpft die frühe Ernte die Pflanze mehr als die späte Ernte.

Die *Ernte* muß möglichst bei gutem Wetter erfolgen, weil die vom Regen naß gewordenen Zapfen dunkel werden, ihr Aussehen verlieren und leicht verschimmeln. Wird der Hopfen durch Stangen gestützt, so werden die Ranken abgeschnitten, die Stange wird aus dem Boden gezogen und zusammen mit den Pflanzen an den Ort getragen, wo die Zapfen abgetrennt werden; oder aber es wird die Ranke abgenommen, in mehrere Teile geschnitten und diese Teile werden dann zum Zapfenabtrennungsort getragen. Wird der Hopfen durch Draht gestützt, so ist es nicht notwendig, die Ranken abzuschneiden; in diesem Falle kann man die Zapfen gleich an Ort und Stelle abpflücken; die Drähte werden zu diesem Zweck nur von dem wagerechten Draht abgehängt. Um ein Auseinanderfallen zu vermeiden, werden die Zapfen so abgerissen, daß sie einen Stiel von einer gewissen Länge behalten ($^1/_2$ cm). Sie werden von jeglichen Nebengegenständen befreit, wie Stroh, Bast usw., außerdem werden die Zapfen *sortiert*.

Die geernteten, gereinigten und sortierten Zapfen werden *getrocknet*, weil der soeben geerntete Hopfen 65—75% Wasser enthält, der Verkaufshopfen aber nur 10—14% Wasser enthalten darf. Bei gutem Wetter kann das Trocknen unter freiem Himmel erfolgen. Aber das Herbstwetter macht eine solche Trocknung in der Mehrzahl der Fälle unsicher. Meistens wird der Hopfen in geschlossenen Räumen getrocknet, indem er auf dem Boden in dünner Schicht ausgebreitet wird; in der ersten Zeit empfiehlt es sich, diese Schicht nicht höher als 2 Zapfenschichten zu machen. Diese Schicht wird von Zeit zu Zeit gewendet und nach Maß der Austrocknung des Hopfens erhöht. Diese Methode ist dadurch unpraktisch, daß der Raum sehr wenig ausgenutzt wird und das Trocknen sehr langsam vor sich geht; außerdem hat die Notwendigkeit des Um-

wendens das Risiko eines Lupulinverlustes zur Folge. Es ist rationeller, verschiedene Trockenanlagen zu benutzen, die oft so eingerichtet werden, daß unter dem Dach an beiden Seiten des Mittelganges in mehreren Etagen Rahmen aufgestellt werden, die mit Stoff, Draht, Weidenzweigen usw. bespannt sind, jedenfalls mit luftdurchlässigen Materialien. In den bezeichneten Fällen erfolgt das Trocknen durch nicht erwärmte Luft, weswegen es oft zu langsam vor sich geht, wenn die Herbstluft feucht und nicht genügend warm ist. Deswegen wird in vielen Gegenden gewöhnlich eine *künstliche Trocknung* des Hopfens durchgeführt. Die Trockenanlagen werden recht verschieden eingerichtet. Früher wurden in England (und bei uns in Guslizy) zum Trocknen des Hopfens unmittelbar die Verbrennungsprodukte benutzt. Die Trockenanlagen werden dafür ähnlich den primitiven Rauchdarren gebaut. Im unteren Stockwerk wird Holz und Kohle verbrannt (in England gewöhnlich Koks), im oberen, das vom unteren durch eine Decke mit Öffnungen für den Durchgang des Rauches oder, wie in England, durch ein Netz von Roßhaar getrennt ist, werden die Zapfen untergebracht. Wird als Heizmaterial Holz verwandt, so geht die Qualität der Zapfen, ihre Farbe und Geruch zurück („geräucherter Hopfen" in Guslizy). Bei Holzkohle ist dies weniger der Fall. Die besten Trockenanlagen sind aber nur solche, in denen das Trocknen durch erwärmte Luft erfolgt. Solche Trockenanlagen sind mit Heizanlagen versehen, aus denen der Rauch zuerst durch mehrere Windungen des Schornsteins gehen muß. Der Schornstein ist unter dem Raum mit Hopfen geführt. Dann erst entweicht der Rauch durch den Schornstein. Ein rasches Ansteigen der Temperatur ist beim Trocknen nicht empfehlenswert, weil der Hopfen sonst rot wird. 35° C ist gewöhnlich die oberste Grenze; will man aber die Trocknung beschleunigen, so wird dies durch rascheren Luftwechsel erreicht. Genügend getrocknet sind die Zapfen dann, sobald ihre Stengel zu brechen anfangen. Ungenügend getrockneter Hopfen läßt sich schlecht aufbewahren; ein Übertrocknen ist aber mit einem vergeblichen Verringern des Hopfengewichtes infolge des großen Wasserverlustes verbunden; das Wasser wird später sowieso von den hygroskopischen Zapfen aufgenommen; außerdem kommt die unnütze Ausgabe für Arbeit und Heizmaterial hinzu[1].

Nach dem Trocknen wird der Hopfen in feste Säcke *verpackt*, wobei er so fest wie möglich geschichtet wird, um ein Schlechtwerden zu vermeiden, was früher auf primitive Art durch Festtreten mit Füßen geschah, vollkommener aber durch mechanische und hydraulische Pressen geschieht. Der Hopfen kann nicht lange gelagert werden — gewöhnlich setzen in ihm bereits nach einem Jahre schon wesentliche Veränderungen ein: Braunwerden, Verlust des Aromas. Das Pressen und die hermetische Verpackung erlauben es, die Aufbewahrungszeit des Hopfens ohne starke Veränderung seiner Eigenschaften etwas zu verlängern. Aber auch bei der besten Verpackung wird der Hopfen im Laufe der Zeit braun und verliert sein Aroma. Um eine größere Sicherheit bei der Lagerung zu erreichen, wird oft das *Schwefeln* der Zapfen angewandt, d. h. beim Trocknen wird Schwefel verbrannt, wodurch die Bildung schwefliger Säure erreicht wird. Diese ist ein konservierendes Mittel, das die Bakterien abtötet, die Hygroskopizität herabsetzt und die Farbe der Zapfen verändert (sie werden heller). Es ist an sich nicht schädlich[2] aber es wird oft als *Verfälschungsmittel* angewandt, um das äußere Aussehen alten untauglichen Hopfens wiederherzustellen; daher ist in vielen Ländern das Schwefeln des Hopfens verboten (Deutschland). Außer

[1] Die Beschreibung der verschiedenen Trockenanlagen findet man z. B. im Aufsatz von Prof. NIKITINSKY: Landw. u. Forstw. 1902, 207.

[2] Wenn der Schwefel keinen Arsenzusatz enthält.

der Pressung wird in letzter Zeit eine *künstliche Abkühlung* zur besseren Aufbewahrung des Hopfens angewandt[1].

Die *Erträge* des Hopfens schwanken stark. Bei uns bringt der Hopfen im Durchschnitt 7,5—9 dz Zapfen je Hektar, worin er sich auch von den ausländischen Durchschnittszahlen nicht unterscheidet. Übrigens hängt die Höhe des Ertrages sehr von der Sorte ab; oft werden weniger ertragreiche, aber wertvollere Sorten vorgezogen. Beim *Absatz* des Hopfens spielt seine *Bewertung* eine große Rolle. Da sie hauptsächlich auf subjektiven Merkmalen beruht, so ist sie vorzugsweise eine Sache der Übung: man achtet auf die Farbe, den Geruch, auf das Anfühlen (Weichheit, Klebrigkeit), ferner auf die Größe und Nichtbeschädigung der Zapfen usw. Die Anwendung der mechanischen Analyse zur Bestimmung der Lupulinqualität ist oben erwähnt. Die chemische Analyse wird vorläufig noch weniger benutzt. Oft wird der Preis des Hopfens wesentlich allein durch seine Herkunft aus der einen oder anderen Gegend bestimmt. Hierbei spielt sowohl das Vertrauen zu den Lieferanten einer bestimmten Gegend als auch die Gewißheit, daß der Boden, das Klima, die Sorte und die Anbauverhältnisse in diesem Gebiet die beste Wirkung auf die Qualität des Hopfens haben, eine Rolle.

8. Die Hopfenkrankheiten.

Wenn wir zu der Betrachtung der *Hopfenkrankheiten* übergehen, müssen wir in erster Linie bei der Betrachtung der Wirkung einiger ungünstiger *meteorologischer Erscheinungen* stehenbleiben. Bei starker und langanhaltender Dürre fallen die Zapfen oft ab oder entwickeln sich schwach. Der Wind stößt die Pfähle um, reißt von ihnen die Ranken ab; diese werden in Bewegung gesetzt, schlagen an die Pfähle und aneinander und verlieren dadurch die Zapfen. Kaltes und feuchtes Wetter hält Blüte und Reife zurück. Hagel schlägt die Zapfen ab und zerdrückt die Ranken, wodurch auf den letzteren Anschwellungen (Kröpfe) entstehen. Aus der Reihe der *Pilzerkrankungen*, die unter verschiedenen Namen bekannt sind, seien hier nur einige erwähnt. Den ernstesten Schaden fügt der *Mehltau* zu, der in der Mehrzahl der Fälle durch den Pilz Sphaerotheca Castagnei (Erysiphe humuli) hervorgerufen wird; das Myzel dieses Pilzes bildet weißliche Flecken auf den Blättern, den Blattschimmel, wodurch diese Pflanzenteile absterben. Als Gegenmittel wirkt Schwefelblüte. Zum Bestreuen der befallenen Pflanzen mit Schwefelblüte gibt es verschiedene Geräte, z. B. das Gerät mit einem Ventilator, der einen Strahl Schwefelblüte herausbläst usw. Pilze rufen den *Schimmel der Zapfen* und der *Stiele* hervor. Unvollständig getrockneter Hopfen wird bei der Aufbewahrung oft von den Schimmelpilzen Oidium und Penicillium befallen. Der *Rußtau*, der sich durch einen rußähnlichen schwarzen Bezug auf den verschiedenen Pflanzenteilen, die dadurch frühzeitig absterben, auszeichnet, wird durch den Pilz Fumago salicina (Capnodium salicinum) hervorgerufen. Gewöhnlich tritt der Rußtau nach dem sog. *Bärentau* auf. Es wurde beobachtet, daß vom Bärentau befallene Pflanzen, die beregneten, vor einem Befall mit der rußähnlichen Schwärze bewahrt blieben. Deswegen wird empfohlen, falls der Bärentau auftritt, die Pflanzen reichlich mit Wasser zu bespritzen, um der Entwicklung des Fumago vorzubeugen. Von den *Insekten* wird der Hopfen stark von den verschiedenen *Läuse*arten beschädigt, die sich auf den Pflanzen in großen Mengen niederlassen, den Saft aus den Blättern saugen, die Blätter durch ihre Exkremente verunreinigen, wodurch die Blätter absterben und abfallen. Es wird empfohlen, die befallenen Teile mit Seifenlösung, Tabakextrakt oder Quassiarindenlösung zu bespritzen. Die *Erdflöhe* (Psylliodes

[1] Siehe Z. d. Landw. 1903, Nr 31.

und Chaetocnema-Arten) schädigen vor allem jungen Hopfen, indem sie seine Blätter fressen. Die *Raupen* einiger Schmetterlinge (z. B. Botys lupulina oder sticticalis) dringen in die Stengel ein und ernähren sich von ihrem Mark, wodurch die Triebe eingehen. Die Raupen des *Hopfenwurzelspinners* (Hepialus humuli) beschädigen die Wurzeln. Die *Hopfenspinne* (Tetranichus) ernährt sich von dem Saft der Blätter und ruft auf ihnen den sog. *Kupferbrand* hervor. Die *Hopfenwanze* sticht die Blätter an und verursacht Saftausfluß. Ferner wird der Hopfen durch den *Engerling* und durch die Larve des *Drahtwurmes* (Agriotes segetis) beschädigt; der Engerling frißt die Wurzeln und die Triebe des jungen Hopfens; die Larve des Drahtwurmes dringt in das Innere der jungen Triebe ein und ernährt sich von ihrem Mark.

III. Farbpflanzen.

1. Der Safran (Crocus sativus All, aus der Familie der Irideae)

ist eine mehrjährige Zwiebelpflanze. Er wird als Gewürz- und Färbepflanze angebaut, weil seine dreiteiligen roten Narben, die getrocknet im Handel unter dem Namen „Safran" bekannt sind, Geschmackssubstanzen und Pigmente (rot und gelb) enthalten; deswegen wird auch der Safran zur Färbung von Konditoreierzeugnissen, Butter, Käse usw. verwendet.

Außerdem werden im Orient auch Gewebe mit Safran purpurrot gefärbt (z. B. Seide), wobei zuerst durch Wasser das gelbe und dann durch Pottaschelösung das rote Pigment entfernt wird. Bevor man das Gewebe eintaucht, wird die Lösung mit Zitronensaft angesäuert.

Der Safran kann nur im Süden angebaut werden, weil er im September und Oktober blüht (wozu er 14—15° C verlangt), während des Winters und Frühjahrs mit Blättern bedeckt ist, die aber im Sommer abfallen. Der Kreislauf der Entwicklung steht offenbar außer mit der Temperatur auch noch mit der Feuchtigkeit des Bodens, der im Sommer austrocknet, im Zusammenhang. Er wird in Kleinasien, Indien und Persien gebaut; in Europa in Italien, Griechenland und bei uns in Aserbaidschan, vor allem auf der Halbinsel Apscheron und in der Umgebung von Derbent.

Die Heimat des Safran ist Westasien; aber auch in Mittelasien findet man wildwachsende, nahverwandte Formen (Crocus alatavicus, Crocus Korolkovi). Im Kaukasus sind Crocus reticulatus, Crocus speciosus u. a. m. gefunden worden. Crocus reticulatus liefert eine gelbe Farbe, und manchmal wird er dazu benutzt, den Safran zu fälschen. Nach Europa gelangte die Safrankultur aus Asien zur Zeit des Römischen Reiches; sie hielt sich in Italien. In Spanien wurde sie durch die Mauren eingeführt; heute ist Spanien der Hauptlieferant für Safran in Europa, obgleich ein bedeutender Teil dieses Safrans durch den französischen Handel geht und weiterhin bereits unter dem allgemeinen Namen „französischer Safran" in den Handel gelangt[1].

Infolge des trockenen Klimas der Halbinsel Apscheron und infolge des Lichtreichtums steht der hier gebaute Safran in seiner Qualität hinter dem persischen und indischen Safran nicht zurück.

Um seine Zwiebel erfolgreich entwickeln zu können, verlangt der Safran lockeren, gut bearbeiteten *Boden*. Nach Michejew kann er außer auf den lockeren Böden der Halbinsel Apscheron auch noch auf den „kastanien- und hellkastanienfarbenen Böden des Vorgebirgsplateaus und an den Abhängen der kaukasischen Berge angebaut werden (die Gebiete Kürdamir, Geoktschai), ferner auch wahrscheinlich auf den Schwarzerdeböden Südrußlands[2].

[1] Näheres siehe bei Michejew: Die wertvollen Kulturen Aserbaidschans. 1926.
[2] Siehe Michejew: a. a. O. S. 65.

Vermehrt wird der Safran durch junge Zwiebeln, die von alten Pflanzen genommen werden. Diese Zwiebeln werden reihenweise in Beete ausgepflanzt, obgleich die Reihen zum Teil durch die sich später bildenden Zwiebeln unterbrochen werden. Einmal gepflanzter Safran, der sich alsdann selbständig mit Hilfe neuer Zwiebeln weiter entwickelt, liefert einen Ertrag im Laufe einer Reihe von Jahren, wobei die Höchsternte in das zweite und dritte Jahr fällt.

Auf den leichten sandigen Lehm- und lehmigen Sandböden von Apscheron ist der Safranbau nur mit Hilfe von *Düngemitteln* möglich. Um das Anfaulen der Safranzwiebeln zu vermeiden, zieht man es aber vor, Stallmist entweder schon zur Vorfrucht (Weizen) oder aber in gut durchgerottetem Zustand im Herbst zu geben. Auf Apscheron läßt man Safran bis zu 8 Jahren auf einer Stelle stehen; aber gewöhnlich macht sich nach 4—5 Jahren ein Nährstoffmangel bemerkbar, der sich in der Verringerung der Blütenzahl und folglich auch des Ertrages auswirkt.

Sollen die Zwiebeln umgepflanzt werden, so werden sie im Mai auf der Plantage ausgegraben, gereinigt und sortiert (die kleinen werden verfüttert) und alsdann in einem trockenen und gut durchlüftbaren Raum bis zum Auspflanzen auf die neue Plantage, was im Herbst (Ende August bis Mitte September) erfolgt, aufbewahrt. Nachdem der Boden durch die Herbstregen angefeuchtet worden ist, treiben die Zwiebeln aus und im Oktober oder November erfolgt die Blüte. Nach der Ernte der Blüten bleiben die Blätter den Winter über bis zum Frühjahr erhalten. Gegen Ende des Frühjahrs beginnen sie zu welken; gewöhnlich werden sie aber abgeschnitten, um als Viehfutter verwendet zu werden.

Der eigenartige *Entwicklungskreislauf* des Safran erlaubt es, ihn auch als Zwischenfrucht in Gärten und Weinbergen anzubauen — seine Entwicklung fällt gerade in die Ruheperiode der Mehrzahl der anderen Kulturpflanzen.

Die *Pflege* der Safranplantage besteht im Hacken, auf der Halbinsel Apscheron auch im Schutz gegen Sandverwehungen; zu diesem Zweck werden an der Nordseite der Plantage nicht zu hohe Barrieren aus Sträuchern der Alhagi camelorum errichtet.

Die *Ernte* der Blüten und die Abtrennung der Narben aus den Blüten erfordert einen großen Arbeitsaufwand — es genügt zu erwähnen, daß, um ein Pfund des Produktes zu gewinnen, 25000 Narben erforderlich sind. Gewöhnlich werden die in Körbe gesammelten Blüten vom Felde nach Hause getragen und hier beginnt dann sofort die mühselige Arbeit der Narbenabtrennung. Da aber die Blüte der Plantage nicht gleichzeitig erfolgt, so dehnt sich die Arbeit über mehrere Wochen aus.

Die abgetrennten Narben werden über glühenden Kohlen, die nicht rauchen, unter ständigem Umrühren *getrocknet*. Je gleichmäßiger und allmählicher das Trocknen erfolgt, um so weniger ist der Safran der Wirkung des Rauches ausgesetzt, um so besser ist die Qualität des Produktes. Das Gewicht der trockenen Narben macht etwa 20% des Gewichtes der rohen Ernte aus.

Manchmal wird der Safran nicht getrocknet, sondern in Kesseln mit einer minimalen Wassermenge unter ständigem Umrühren gekocht, bis eine dicke Masse entsteht, aus welcher Kugeln oder Fladen geknetet werden. Hierbei erhält man mehr Masse als beim Trocknen, aber der Preis dafür ist auch entsprechend niedriger.

Im Durchschnitt erntet man 11 kg Safran je Hektar bei Schwankungen zwischen 6 und 22 kg.

Vor dem Kriege betrug der *Safranpreis* in Baku 80—110 RM je Kilogramm[1]. Trotzdem überschritt die Gesamternte an Safran in Transkaukasien 17 dz nicht,

[1] 1925—1926 kostete das Pfund 180—200 RM.

obgleich innerhalb der alten Grenzen Rußlands etwa 70 dz verbraucht wurden. Die fehlende, aus dem Ausland eingeführte Menge (über 50 dz) wurde teurer bezahlt als der eigen gewonnene Safran, deswegen kostete diese Einfuhr mehr als eine halbe Million Goldrubel. Indessen könnte bei Schaffung günstiger Verhältnisse für diese Kultur die Halbinsel Apscheron allein die fehlende Safranmenge erzeugen. Bei der Ausdehnung des Safranbaues auf die Gebiete von Kjurdamir und Geoktschai (was nach den Mitteilungen von MICHEJEW durchaus möglich ist — ganz abgesehen von den übrigen Teilen der Union) wäre eine Ausfuhr des Safrans, der infolge seiner hohen Transportfähigkeit eine recht bequeme Valutaform ist, möglich.

2. Die Färberröte (Rubia tinctorum L., aus der Familie der Rubiaceae),

die wildwachsend in Westasien und Osteuropa vorkommt, hat, oder besser, hatte unter den Färbepflanzen Europas die größte Bedeutung. Der Zweck des Anbaus ist die Gewinnung der *Wurzelrhizome*, des *Krapps*, die Glukosid enthalten (Ruberytrinsäure), das beim Kochen mit Säuren und Laugen, und mit Hilfe des im Krapp selbst enthaltenen Ferments in Zucker und Alizarin — die färbende Substanz der Färberröte — zerfällt. Die künstliche Herstellung des Alizarin aus Anthrazen hat den Anbau der Färberröte bedeutend eingeschränkt. Heute wird sie in geringem Umfang in Transkaukasien bei Derbent und Baku, in Turkestan bei Samarkand (früher auch auf der Krim) und in einigen Teilen Frankreichs angebaut. Tiefe, lockere, genügend feuchte, bis zu einem gewissen Grade kalk- und humushaltige Böden sind für die Färberröte die besten. Da sie mehrjährig ist, wird sie gewöhnlich auf besonderen Plantagen gebaut. Sie verträgt, wenn der Boden genügend fruchtbar ist, einen mehrjährigen Anbau auf derselben Stelle. Sie vermehrt sich entweder durch Samen, was nur in ihrer Heimat, wo die Samen reif werden — in Südeuropa, Transkaukasien, Turkestan —, möglich ist, oder durch Stücke der Wurzelrhizome oder durch Wurzeltriebe in nördlichen Gebieten. Ihrer Kultur nach ähnelt sie den typischen Brachefrüchten (tiefe Bodenbearbeitung, unmittelbare Stallmistdüngung). Saat und Auspflanzen der Triebe erfolgen entweder ins Feld oder auf Beete. Die Pflege der Färberröte besteht im Jäten, Pflanzen der Triebe, Hacken, Häufeln, oberflächlicher Düngung mit Kompost oder Knochenmehl, manchmal im Berieseln. Im ersten Jahr erntet man wenig Rhizome; den Hauptertrag erhält man im zweiten oder dritten Jahr (wieviel Jahre man die Färberröte im Felde stehenlassen soll, hängt zum Teil vom jährlichen Zuwachs, der mit den Jahren sinkt, zum Teil von wirtschaftlichen Überlegungen ab). Während der Blüte kann die Färberröte abgemäht und als Viehfutter verwertet werden; ähnlich dem verwandten Labkraut (Galium) liefert auch sie ein recht brauchbares Futter. Im Herbst wird der Boden gepflügt oder umgegraben. Die gewonnenen Rhizome werden getrocknet und kommen in diesem Zustand in die Fabrik, wo sie auf die eine oder andere Art zu Farbe verarbeitet werden. Der Ertrag an trockenen Rhizomen beträgt etwa 30 dz je Hektar.

3. Indigopflanzen.

Hier kommt eine Reihe von Indigofera-Arten in Frage. Am meisten bekannt von ihnen sind: *Anil* (Indigofera anil L.), *farbhaltiger Indigoträger* (Indigofera tinctoria L.) und *silberner Indigoträger* (Indigofera argentea L., aus der Familie der Papilionaceae). Diese Pflanzen enthalten in ihren Blättern Indigo, eine blaue Farbsubstanz. Sie sind sämtlich mehrjährig. Ihre Heimat ist Indien und das tropische Afrika. In Rußland ist ihr Anbau in Transkaukasien möglich

(*Lenkoran*). Der Rückgang des Anbaues der indigohaltigen Pflanzen in Europa, des Färberwaids (Isatis tinctoria) usw. wurde zuerst durch die Konkurrenz Indiens und anderer südlicher Länder erklärt, die infolge Verbesserung der Verkehrswege billigeres Indigo liefern konnten, gleichzeitig mit höherem Indigogehalt als die Pflanzen, die zu demselben Zweck in Europa angebaut wurden. Später aber verursachten die neuesten Methoden der synthetischen Indigoherstellung (vor allem aus Naphthalin) infolge der Entwicklung dieses Zweiges der chemischen Industrie einen solchen Schaden, daß der Anbau der Indigoträger noch mehr zurückging.

4. Der Farbbuchweizen
(Polygonum tinctorium Wild. aus der Familie der Polygonaceae),

der ebenfalls zu den indigohaltigen Pflanzen gehört, enthält in den Blättern weniger Indigo als die Indigoträger, ist aber im Vergleich mit diesen auch weniger anspruchsvoll dem Klima gegenüber, weswegen er in Süddeutschland und in Frankreich angebaut werden kann. Er ist 2jährig. Am meisten wird er in China angebaut.

5. **Der Färberwaid** (Isatis tinctoria, aus der Familie der Cruciferae)

ist eine 2jährige indigohaltige Pflanze. Er wird zur Gewinnung der indigohaltigen Blätter angebaut, kann aber auch als Futter verwertet werden. Eine Zeitlang war er in Deutschland stark verbreitet und stellenweise stellte er sogar die Hauptfrucht dar. Aber die Verbreitung des indischen und später des künstlichen Indigos untergrub seine Kultur. Heute wird er selten angebaut (Frankreich). Der Färberwaid verträgt Kälte und Dürre und gedeiht ungefähr auf denselben Böden wie der Weizen. Er wird im Herbst mit 30—35 cm Reihenentfernung gedrillt, im Frühjahr bildet er Stengel und Früchte. Die Pflege besteht im Hacken. Zur Gewinnung der Blätter wird er vor der Fruchtbildung abgemäht. Der Färberwaid liefert 2—3, manchmal auch 4 Schnitte im Sommer. Manchmal wird er als Futterpflanze (er bringt Schnitte von 22—45 dz je Hektar) und weniger häufig als Honigpflanze angebaut.

6. **Der Saflor** (Carthamus tinctoris L., aus der Familie der Compositae)

ist zum Teil eine Farbpflanze (weil die Blätter seiner grell orangefarbenen Blüte 2 Farbsubstanzen enthalten: das wenig wertvolle, in Wasser leichter lösliche Gelb und das wertvollere rote *Carthamin*, das in Wasser schwerer löslich ist), in der Hauptsache aber eine Ölpflanze, weil ihre Samen Öl enthalten, das zu Speisezwecken (aus geschälten Samen) und zur Beleuchtung (aus nichtgeschälten Samen) verwendbar ist. Bei uns war der Anbau des Saflors in Turkestan und Transkaukasien verbreitet und ist dann auch in die Gouvernements des europäischen Rußlands vorgedrungen (s. Kapitel über die Ölfrüchte).

Die obenerwähnten Formen erschöpfen die Reihe der Färbepflanzen noch nicht; aber die übrigen Formen sind (und waren) in der Kultur völlig bedeutungslos. So z. B. der *Färberwau* (Reseda Luteola), der in seinen Blättern einen gelben Farbstoff enthält; ferner die *schwarze Malve* (Althaea rosea), die einen roten Farbstoff enthält u. a. m.

Literatur.

Neben den allgemeinen Handbüchern von Stebut und Blomeyer:

Angeloni: Institut experimental pour la culture du tabak à Scafati. Naples 1900.
Benincasa: Come si coltiva il tabacco. S. 1—3. Roma.
Comes: Monographie du genre Nicotiana. 1899.
— Histoire géographie, statistique du tabak. 1900.
Egis: Zigarrentabakbau im Gouvernement Tschernigow. Jb. d. Dep. f. Landw. 1907/08.
Kissling: Tabakkunde. 1905.
Lomonossow: Berichte der Plantage von Lochwiza. Landwirtschaft und Forstwirtschaft 1895—1900. Siehe ebenfalls die Aufsätze „Der Tabak", „Trocknung des Tabaks" u. a. m. in der Enzyklopädie von Devrient.
Malez: Die Erforschung der Kultur des Machorka-Tabaks.
Mertz: Die Kultur der besten Tabaksorten. Verl. Soikin. 1903.
Müller-Thurgau und Fesca. Landw. Jb. 1885/88.
Nessler: Der Tabak.
Schostak: Die Erzeugung des türkischen Tabaks. Landwirtschaft und Forstwirtschaft 1889.
Stscherbatschow: Der Tabakbau.
Semmler: Tropische Landwirtschaft.
Wagner: Versuche über Tabakdüngung. Arb. d. D. L. G. 1908. H. 168.
Aufsätze von Behrens, Nessler u. a. m. in den Landw. Versuchsstat. 38, 39, 40, 43, 45 und 46.

Braungart: Der Hopfen. 1901.
Egis: Der Hopfenbau in Wolhynien. Jb. d. Dep. f. Landw. 1907.
Fruwirth: Hopfenbau. Thaerbibliothek.
Myschenkow: Kurzes Handbuch über den Hopfenbau. 1899.
Sassuchin: Der Hopfenbau.
Schröder: Der Hopfen.
Strebell: Handbuch des Hopfenbaues.

Nachtrag zur 7. Auflage.

Babo, A.: Der Tabakbau.
Egis, A.: Über die Rassen des echten Tabaks. (Nicotiana tabacum.) Nach Comes. 1905.
— Über die Bastarde in der Art Nicotiana. Angew. Bot. 1927.
Kissling, R.: Handbuch der Tabakkunde, des Tabakbaues und der Tabakfabrikation.
Klutscharjew, A.: Die Kultur und die Zusammensetzung des Tabaks in Rußland J. Landw 1913.
— Versuche des Tabakbaues im Gouvernement Woronesh. 1924.
Kolenew, A. M.: Beobachtungen über die Tabakfermentation. 1917.
— Beiträge zur Erforschung des Fermentationsprozesses des Tabaks. 1922.
Kotelnikow, G. N.: Methoden des Machorka-Tabakbaues. 1913.
Krews, N. J.: Über die chemische Zusammensetzung einiger russischer Tabaksorten. 1924.
Maschkowzew, M. F., u. Frau N. K. Floronskii: Das Verschimmeln der fermentierenden Tabake und die Maßnahmen gegen diese Erscheinung. 1928.
Mothes, Kurt: Das Nicotin im Stoffwechsel der Tabakpflanze. Planta 1928.
Nowikow-Golowaty: Handbuch des Tabakbaues.
Otryganjew: Die Düngung des Zigarettentabaks. 1925.
— Aus Vegetationsversuchen mit Tabak. 1925.
— u. Balanda: Feldversuche über die mineralische Düngung des Tabaks. 1925.
— — Sortenqualität und Tabakertrag nach verschiedener Düngung. 1926—1927.
— — Vegetationsversuche mit Tabak im Jahre 1915.
— — Der Einfluß des Stickstoffs auf die Qualität und Entwicklung des Tabaks. 1924.
— — Das Verhalten der Tabakpflanze zur Phosphorsäure. 1926.
— — Die Einwirkung der Düngemittel auf die Veränderung der Bodenreaktion und auf den Tabakertrag. 1928.
— — Der Tabakbau am Kuban. 1919.
Schmuck, A. A.: Übersicht über die chemische Zusammensetzung des Tabaks und über die Untersuchungsmethoden. 1924.
— Die chemische Zusammensetzung der Tabakprodukte des Markts im Zusammenhang mit der Frage des Standardisierung. 1926.
— Die Alkaloide des Tabaks. 1928.
— A. A.: Das ätherische Öl des Tabaks. 1928.

Schmuck, A. A., u. Frau Balabuch-Popzow: Chemische Charakteristik des Tabakrohmaterials einiger Gebiete. Ernte 1925.
— u. Frau Semjonow: Der Gehalt an Kohlehydraten und Phenolen in den Tabaken im Zusammenhang mit ihrer Farbe und Qualität. 1927.
Simanowsky, N.: Die Züchtung der Zigarettentabake. 1917.
Smirnow, A. E.: Über die Faktoren der Anfangsbearbeitung der Tabakblätter. 1925.
— Erforschung des Fermentationsprozesses der hellen Tabake. 1927.
— Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Fermentation des Tabaks und die Veränderung des Prozesses während der Zeit. 1927.
— Aus den physiologischen Arbeiten der Fermentationsabteilung des Institutes in Krassnodar für das Jahr 1925.
Smirnow, A. I., u. Mitarbeiter: Zur Charakteristik des Alters der Tabakblätter. 1928.
Tschubkow: Die Setzlinge des Zigarettentabaks. 1925.
— Das Pflanzen des Tabaks und die darauffolgende Bearbeitung der Plantage. 1925.
— Reife und Ernte des Tabaks. 1925.
— Versuche mit Tabaktrocknung nach verschiedenen Methoden. 1919.
— Das Trocknen des Zigarettentabaks. 1926.
— Kurzes Handbuch der Kultur, Ernte und Trocknung der türkischen Zigarettentabake. 1928.
— Ergebnisse der Beobachtungen der Tabakgärung in den Jahren 1915 und 1916.

Archangelsky und Temerin: Die Methodik der Harzbestimmung im Hopfen. Nahrungsindustrie **1928**, Nr. 4.
Fruwirth: Hopfenbau. 3. Aufl. 1928.
Shegalow u. Archangelsky: Die Grundaufgaben auf dem Gebiete des Hopfenbaues. Nahrungsindustrie 1927, Nr. 8.

Namenverzeichnis.

Aaronson 200, 645.
Abakumow 399.
Achard 101.
Aereboe 98.
Alexander der Grosse 600.
Alexandrow 543, 548, 551, 604.
Alexejew 237, 380, 381, 382, 384, 387, 616.
Aliotta 526.
Althausen 336, 483, 484, 485.
Andrae 617.
Andrlik 160.
Angeloni 703.
Anna Iwanowna 26, 496.
Appel 85.
Archangelsky 679, 681, 683, 703.
Archimowitsch 158.
Arnold 271, 303, 305, 307.
Arrhenius 379.
Assejewa 37, 95.
Astafjew 213.
Atterberg 298, 299, 300.
Aulard 166.

Babo 656.
Balaschow 515.
Balling 110.
Barnstein 209.
Barth 653.
Bartolt 520.
Bartos 105.
Barulin 358, 391.
Bashenow 637.
Batalin 192, 292, 305, 325, 326, 407, 415.
Batyrenko 286, 289.
Becker 304.
Behrens 662, 666, 675, 681.
Belajew 220.
Belsky 550.
Bemmelen 658.
Benincasa 703.
Bensin 320.
Berend 209.
Bertel 142.
Bessonow 374, 375.
Bestehorn 164.
Beyerink 262, 263, 462, 467.
Blaschko 597, 637.
Blomeyer 19, 33, 66, 67, 74, 144, 173, 185, 187, 235, 253, 295, 334, 340, 355, 367, 373, 382, 383, 401, 406.
Bobko 12.
Bobrinsky 64.
Boehmer 209, 588.
Boekhout 675.
Boerger 569.
Bogdan 269, 290, 291, 610, 623.
Bogdanow 333, 379, 387.
Bohland 211.
Bokarjow 393.
Bolodow 569.
Bondarzew 340, 342, 455.
Bondrydew 135.
Borissenko 299, 301, 487.
Borodin 267.
Boschanow 623.
Boussingault 5.
Braungart 679, 703.
Bredemann 487.
Briem 107, 160, 161, 163.
Briggs 229.
Brix 110.
Brizke 125, 545.
Brodowsky 516.
Brounow 233.
Brown 214.
Brunst 325.
Brzesicki 327.
Bubnow 206.
Buczinsky 165.
Budrin 52, 91, 366, 376, 380, 382, 386, 387.
Budvin 345.
Buerstenbinder 94.
Bukassow 37.
Burchard 582, 637.
Buschujew 528, 532, 533, 538, 539, 548, 553, 554, 556.
Bussengau 231.
Bytschichin 375.

Carbone 474, 506.
Carlson 122, 135, 152, 171, 172.
Catani 494.
Chartschenko 64, 74, 84, 174, 176, 186, 187, 231, 367, 368, 572.
Chiddam 282.
Chittendam 207.
Chochlow 487.
Chorwat 370, 371, 372.
Chrebtow 488, 572.
Christianowitsch 287, 288, 291, 292.
Chutorjanin 216.
Coleman 309.
Columbus 311.
Columella 13.
Comber 279.
Comes 640, 641.

Damseaux 389.
Darwin 254.
Dassonville 300.
Datura 25.
David 341.
Degen 596.
Deherain 173, 174, 179.
Dekaprelewitsch 369, 373, 376.
Delden, van 462.
Delille 148.
Demidow 564.
Demikeli 209.
Denaiffe 300.
Deprez 164.
Derlitzki 133.
Devrient 209, 213, 233, 328, 330, 333, 557, 636, 660.
Diebold 286.
Dietrich 410, 491, 587.
Dippe 164, 303.
Djakonow 428, 448, 467, 469, 485, 486, 572.
Dmitrenko 592.
Dmitrijew 601.
Dobytschin 475.
Dojarenko 14, 51, 246, 440, 446, 579.
Dolle 156.
Doppelmeyer 389.
Dospewski 345.
Ducomet 95.
Dudnikow 66, 73.
Dufour 300.
Duschetschkin 107, 119.
Dworschak 643.
Dyssky 439.

Egis 640.
Egu 346.
Ehrlich 108.
Elladi 428, 479.
Engelhardt 588, 594.
Erpulew 585.
Erschow 189.
Ewert 435.

Fazner 517.
Feilitzen 569, 621.
Ferle 436, 447, 448.
Fesca 651.
Fischer 303.
Flachsberger 281, 283, 285, 287, 288, 289, 291, 297, 300.
Fleurent 211, 213.
Florinus 26.
Floronskii 703.
Foex 95.
Fomitschew 368.
Fortunatow 232.
Frank 92.
Frankfurt 122, 123.
Franklin 308.
Friebes 486.
Friedrich der Grosse 26.
Frost 437, 441, 470, 471.
Fruwirth 36, 56, 109, 111, 361, 378, 379, 383, 389, 482, 681, 682, 685, 690, 693, 694.
Fuehling 189.

Gaidukow 395.
Gain 230.
Galton 257, 258, 259, 260.
Ganeschin 519.
Gardenin 141, 242, 389, 615.
Garkuschenko 145.
Garola 346.
Gasparin 606.
Gaspart 189.
Gassner 221.
Gastewa 528.
Gawronsky 188.
Gebrennikow 289.
Georgeson 285.
Gerbidon 160.
Gerhardt 390.
Gerken 440, 579.
Giesecke 157.
Gilbert 25, 26, 593, 594.
Girard 53, 71, 106, 107, 213.
Gisevius 255.
Gnesin 557.
Godolany 564.
Goetze 472.
Golowatjew 565, 703.
Golubew 619.
Gorbatowsky 406, 407.
Gorjatschkin 399.
Gorodezky 151.
Goworow 346.
Grassmann 188.
Gruener 135, 156, 159, 374, 375.
Guschtschin 327.
Gyoerky 324.

Haberlandt 122, 137, 215, 228, 268, 373.
Habermann 644.
Halama 513.
Hallet 250, 251, 252, 253, 254, 255, 283.
Hansen 173, 627.
Hanson 619.
Hanstein 594.
Hanz 346.
Hartig 228.
Haselhoff 332, 569.
Hauman 467.
Havenstein 564.
Heberbrandt 403.
Hecke 341.
Hehn 419.
Heinrich 269, 643.
Helenke 404.
Hellriegel 5, 106, 137, 215, 378.
Henze 346.
Herle 135.
Hermann 695.
Herodot 419, 518.
Herzfeld 109.
Herzog 448, 452.
Heuser 493, 494, 497, 499, 501, 503, 509.
Hickling 282.
Hiltner 137, 382.
Hoerning 303.
Hoffmeister 528, 558, 559.
Hofmann 215.
Holdefleiss 48.
Honkamp 372.
Hopkins 317.

Iljaschewitsch 584.
Ippolitow 87.
Ismailsky 308, 309.
Iwanow 206, 311, 350, 369, 394, 559.
Iwanowsky 677, 678.

Jakowlew 387.
Jakuschin 149, 163, 242, 286, 288, 291.
Jakuschkin 442.
Janasch 165.
Janischewsky 488, 515.
Janowtschik 244.
Jaruschkin 138.
Jatschewsky 561, 679.
Jegorow 572.
Jelisejew 295.
Jensen 90, 137, 675.
Jerschow 180, 498.
Johannsen 254, 257, 258, 259.
Jordan 620.
Juferow 564.
Jung 16.
Junge 304.

Kabeschtow 620.
Kajanus 102.
Kaluschsky 246, 584, 589.
Karamsin 233.
Kardaschew 394, 433.
Karpow 413.
Karsin 395, 401.
Karzew 404.
Katharina II. 26, 420.
Katschinsky 217, 586.
Kaulman 347.
Keil 156.
Kellner 88, 384, 587.
Kettle 157, 258.
Kiehl 128.
Kiessling 644, 649, 655, 675.
Kilgore 541.
Kinzel 407, 415.
Kitschunow 78.
Klappmeyer 588.
Kletschetow 449, 455.
Kling 404.
Klingen 122, 291, 592, 601, 602, 605, 607, 608, 610, 619, 627, 636.
Klubow 460, 473, 476, 477, 478, 479.
Klutscharew 373, 642.
Knauer 133, 146, 164.
Knierim 367, 585, 588.
Kniese 522.
Kobaltow 265.
Koburn 637.
Koehler 350.
Koenig 66, 180, 491.
Koernicke 198, 199, 202, 327.
Kohl 604, 605, 606, 607.
Kolenew 675, 676.
Kolesnikow 245.
Kolkunow 105, 158, 230, 259.
Kondraschew 524, 555.
Konowalow 397.
Konstantinow 373, 609, 610, 623.
Korab 354.
Korchow 99, 303.
Korenwinder 106.
Korolew 219.
Korschinsky 249, 257, 334.
Koshin 580.
Kossow 436, 445, 456.
Kossowitsch 219, 268, 367, 381, 484, 593, 594.
Kostromitinow 361, 367.
Kostytschew 10, 11, 295, 589, 603, 608, 613.
Kosutany 369.
Kotelnikow 642.
Kotschetkow 541.

Kott 502.
Kraus 172, 222, 274.
Krews 646, 650.
Krueger 133.
Kudelka 135, 149, 165.
Kuehn 137, 167, 168, 341, 367, 383, 594, 595.
Kuhnert 451, 453.
Kulagin 345.
Kuleschow 104, 220.
Kulshinsky 59, 237, 387, 576, 580.
Kurbatow 536, 548.
Kurdjumow 345.
Kurduemow 344.
Kurolew 564.
Kuropatkin 523.
Kuskow 637.
Kutzleb 594.

Langethal 564.
Lapowok 495.
Larianow 287, 291, 293, 395, 597.
Lasarkewitsch 422, 442, 453, 474.
Laskowsky 206, 231, 610.
Lawes 593, 594.
Lebedew 435, 487.
Lebedinsky 157, 158.
Lebedjanzew 239, 334.
Lebow 347.
Legrand 164.
Leidhecker 500.
Lemcke 491.
Lemus 587.
Leon, Pedro Cieca de 26.
Leroschin 347.
Lewizky 78, 233, 570, 594.
Liebig 3, 4, 594, 653.
Liebscher 275, 236.
Lierke 436.
Lilienfeld 69.
Lindhardt 567, 569, 592.
Linne 195, 597, 610.
Lintner 569.
Liskun 342.
Lissizyn 51, 366, 569, 572, 582, 585, 592.
Lochow, von 294.
Loew 675.
Lomonosow 642, 663.
Longfellow 320.
Lonshinsky 165.
Lorch 27, 37, 92, 592.
Loth 121.
Lotsy 259, 261.
Lubansky 298.
Lubtschenko 322, 323, 552.
Ludogowski 8.

Mach 409.
Macrinow 517.
Mac-Lub. 553.
Maercker 111, 298, 378.
Malez 703.
Maquenne 107.
Marchlewsky 559.
Marek 69, 90, 136, 142, 143.
Markgraf 101.
Markowitsch 115.
Markowski 279.
Maschkowzew 703.
Maslennikow 551.
Massalsky 565.
Matwejew 485, 486.
Mauer 531.
Mauraux 272.
Maurizio 209, 213.
Maximow 221, 227, 229.
Mayer 229, 232, 652, 653, 678.
Meisel 165.
Meister 265, 266, 289, 307.
Melik 329.
Melnikow 460.
Mendel 262, 263, 264, 265.
Menschikow 399.
Mertz 652.
Meyerson 239.
Michalowitsch 520.
Michejew 403, 404, 699.
Mikel 320.
Mikoch 339.
Mikus 590.
Minervin 462, 464.
Mirik 320.
Mirsojew 71.
Mixajew 375.
Modestow 217, 445.
Mokry 251, 252.
Molakow 619.
Molisch 644.
Moljakow 637.
Mollner 644.
Monteverde 334.
Morgan 638.
Morris 214.
Mothes 643.
Mottet 57, 61, 62.
Mueller 457.
Mueller-Thurgau 76, 647, 668, 672, 673.
Munerati 189.
Muratowa 360, 391.
Murawjew 524.
Murinow 221.
Myschenkow 703.

Nawrozky 534.
Nedeschin 119.
Nedokutschajew 175, 224.
Neergaard 254.
Negodnow 596.
Nessler 643, 650, 651, 669.
Nesterow 127, 135.
Neubauer 376.
Neuberg 644.
Neustrojew 536.
Nicot 640.
Nikitin 536.
Nikitinsky 298, 404, 687,
Nikolajewa 200.
Nilsson 158, 254, 255, 256, 257.
Nobbe 77, 596, 448.
Nowacki 222, 224, 225, 226, 248, 251, 253, 276, 567.
Nowatschek 162, 163.
Nowikow 565, 703.
Nowopokrowsky 342.

Olman 571, 572.
Olsufjew 233.
Omelansky 462, 463, 517.
Opitz 451.
Orlow 288.
Orlowsky 359.
Osborne 207.
Otryganjew 394, 655, 656.
Owsinsky 373.

Pack 152.
Pangallo 485.
Pankow 624, 636.
Pantschenko 327, 328.
Parow 94.
Pawlemko 135.
Pawlowsky 135.
Pellet 135, 156.
Periturin 220, 444.
Perlitius 339.
Peter der Grosse 26, 420, 496, 640, 642.
Petermann 114.
Pflug 301.
Philippowski 59, 62, 107, 127, 132.
Philippschenko 148, 161, 227, 275, 310.
Pigulewsky 433.
Pissarew 226, 283, 284, 285, 287, 294, 306, 346, 347, 352, 487.
Pissarewsky 346.
Platschek 300, 395.
Plinius 419.
Plotnikow 493, 498.
Pochodnia 122, 274, 341.
Poggenpol 94.
Pojarkowa 221.
Polowzew 677.
Poltorazky 570.
Polybios 304.
Ponjatowsky 521, 529, 539, 550.
Popow 404, 561.
Potapow 517.
Prjadilow 572.
Proskowetz 100, 105, 160, 167.
Prosorowa 357.
Protopopow 337, 338.
Pulman 334, 336.
Pusanow 497, 502.

Puschkarew 354, 490, 609, 631, 637.
Pustowoit 396, 397, 401.

Quante 298.

Rabbethge 157.
Rasumowsky 393.
Rauschenbach 560.
Regel 202, 259, 296, 297, 299.
Reinitzer 214, 215.
Remy 2, 33, 43, 44, 45, 56, 62, 687.
Renard 175, 299, 487, 574.
Richthausen 587.
Riesler 42, 66.
Rimpau 164, 167, 202, 223, 250, 252, 254, 262, 263, 271, 294.
Rissler 346.
Ritthausen 207, 231, 352, 606.
Rjabow 463, 465, 504, 506, 507, 508.
Roeber 161.
Roemer 119, 158, 163, 169.
Rogowin 603, 609.
Rolow 325, 328, 330.
Romanowsky-Romanko 582.
Rosen 638.
Rosenberg-Lipinsky, von 225.
Roshdestwensky 122, 126, 238, 273.
Rossi 506.
Rostowzew 94.
Rostowzewa 175.
Rotmistrow 106, 217, 445.
Rubin 149.
Rudsinsky 36, 37, 60, 259, 264, 282, 305, 351, 352, 428, 430, 483, 484, 485, 486.
Ruemker, von 157, 249, 250, 254, 261.
Ruempler 109.
Runow 347.
Rusanow 402.
Rybnikow 420, 421, 422, 423, 426, 436, 438, 439.
Ryshow 599.
Rytow 394.

Saare 77.
Sabanin 305, 346.
Sacharow 401.
Sachs 137.
Sadler 135.
Saenko 494.
Safonow 516.
Sagorsky 493.
Saikewitsch 122, 158, 174.
Saizew 403, 526, 527, 528, 530, 534, 535.
Salessky 112.
Samarin 570, 571, 578.
Sapegin 286, 289.
Sarkisjan 329.
Sasanow 112, 183.
Saslawsky 238, 347.
Sassuchin 703.
Saunders 212, 284.
Sawtschenko 550.
Sazyperow 395, 404.
Schachnasarow 557.
Schacht 167.
Schaffnit 227.
Schaposchnikow 312, 429, 430, 476.
Schelesnow 553.
Schellenberg 220.
Schewschenko 172.
Schimanowitsch 487.
Schindler 101, 105, 295, 447, 449.
Schkatelow 213.
Schlecht 592.
Schliemann 199.
Schloesing 664, 667.
Schmakowsky 370, 371.
Schmid 339.
Schmuck 643, 648, 649.
Schneider 457, 474.
Schneidewind 2, 112, 118, 160, 174.
Scholtkewitsch 602.
Schoute 220, 271.
Schreiber 4.
Schribaux 135, 270, 271.
Schroeder 229, 333, 339, 514, 527, 528, 530, 532, 534, 541, 543, 548, 553, 554, 556, 563, 604, 682, 694.
Schroeter 601, 624, 629, 630, 635.
Schtscherbatschow 703.
Schubart von Kleefeld 13, 14, 16, 568.
Schultz-Lupitz 5, 378, 379, 387.
Schurig 501.
Schlykow 571, 572.
Schpakowsky 391.
Schulow 442, 444, 450.
Schulz 346.
Schwertz 186.
Seelhorst 221.
Selenka 395.
Semenow 373.
Semmler 308, 345, 515, 553, 557.
Sempolowsky 112, 572.
Serre, Olivier de 13, 26.
Sestini 494.
Shantz 229.
Shdanow 401.
Shegalow 259, 263, 296, 301, 302, 352, 679, 683.
Shero 408, 409, 416.
Shireff 252, 253, 254, 261.
Shukow 122, 126, 146.
Shukowsky 289.
Sidorsky 409.
Sigriansky 561.
Simanowsky 704.
Simonow 479.
Sirodot 300.
Skalosubow 285, 287, 341.
Skaskin 342.
Sladkow 602, 626.
Sleskin 335, 516, 526.
Slozow 431.
Smirnow 517, 673, 676.
Smolensky 109.
Snamensky 347.
Snell 94, 95.
Sobotta 385.
Soederbaum 599.
Sofronow 296.
Sokolowsky 216, 217.
Sokurow 553.
Solchow 301, 304.
Soldatow 240.
Soljakow 165.
Solotarew 398, 504.
Sosnin 352.
Sowetow 637.
Staden, H. V. 12.
Stammer 110.
Stebler 599, 601, 614, 621, 624, 629, 630, 635.
Stebut 43, 64, 65, 234, 252, 253, 259, 283, 284, 285, 286, 289, 290, 295, 360, 395, 397, 400, 401, 405, 436, 445, 456, 653, 674, 682.
Steiger 301.
Stepp 324.
Stoeckhardt 593, 594.
Stoermer 23, 25, 52, 463, 464, 467, 475.
Stoklasa 119.
Stoletowa 292.
Strabo 304.
Strakosch 107.
Strebell 703.
Strohmer 151, 160, 161.
Stscherbakow 592.
Stscherkotow 619.
Studenow 539, 548.
Sturtevant 311.
Stutzer 255.
Subrilin 439, 440, 580.
Sudsilowsky 221.
Surkow 515.
Swirlowsky 412.
Worikin 514.
Sypniewski 340, 376, 377.

Tabenzky 103.
Talanow 309, 310, 313, 314, 315, 319, 322, 574, 624, 631, 636.

Tammes 451.
Tedin 363.
Temerin 681.
Thaer 4, 13, 16, 568.
Thellung 302.
Thiel 216, 586.
Thiele 346.
Thuenen 7.
Tobler 451, 455, 474, 487, 515.
Tolsky 268.
Toporkow 219, 222, 340, 341.
Torello 13.
Tracy 166.
Trawin 514.
Tretjakow 246, 500.
Trzebinsky 172.
Tschaikow 346.
Tschajanow 420,421.
Tschaschinsky 399.
Tschechowitsch 213, 289.
Tschermak 263, 265.
Tschernjajew 346.
Tschernobrivenko 358.
Tschingo-Tschingas 212, 284.
Tschishow 224, 236.
Tschubkow 642, 654.
Tubeuf 341.
Tulaikow 206, 229, 236, 245, 290, 572.
Tupikowa 364, 391.
Tuxen 5.

Uklonskaja 327.
Uklowsky 347.
Ulander 254, 256.
Ussowsky 610.
Utkin 91.

Vavilow 188, 200, 201, 262, 284, 288, 293, 294, 296, 302, 340, 352, 357, 526.
Vibrans 155.
Vilmorin 61, 62, 100, 101, 131, 156, 164, 167, 181, 261, 491.
Vohanka 164.
Vohrysek 105.
Vries, de 107, 249, 256, 257, 259, 260, 263, 315, 585.

Wagner 237, 617, 656.
Walerjanow 47.
Walkow 164.
Wallace 254.
Wargin 238, 349, 361, 575.
Wassiljew 171, 289, 294, 305, 321, 339, 561, 610.
Watson 27.
Watt 526.
Weber 564.
Weger 432.
Wengerowsky 94.
Werner 45, 62, 228, 229, 235, 270, 278, 294, 297, 321, 327, 567, 568, 569, 580, 601, 604, 605, 608.
Weselowskaja 189.
Westermeyer 106.
Westnik 84.
Wichlajew 189.
Wiener 53, 247, 267, 273, 275, 440, 579.
Wiesner 513, 515.
Wilfarth 119, 160.
Wiljams 271, 582.
Wiljamson 681.
Wilkins 527, 538, 539.
Wimmer 119.
Winterstein, von 645.
Wittmack 248, 568.
Wityn 397, 399.
Wohltmann 173, 179.
Woit 390.
Woleiko 14, 52, 579.
Wolf 204, 244.
Wolff 350.
Wollny 54, 55, 56, 57, 59, 61, 68, 90, 138, 219, 228, 247, 250, 253, 268, 345.
Woltschansky 95.
Wonsblein 571, 572.
Worobjow 638.
Woronin 399.
Wukulow 501, 506.
Wydrin 480.

Zade 300.
Zalensky 101, 159, 165, 172, 338, 483.
Zinger 407.
Zinserling 347.
Zoebl 339.
Zyganenko 140, 272.

Sachverzeichnis.

Abbau 35.
Abbaukrankheiten 93.
Achillea millefolium 633.
Ackerbausystem 8, 9.
Actinomyces 92.
Aegilops 339.
Agapanthia Dahliae 401.
Agave americana 489.
— *angustifolia* 513.
— *rigida* 513.
Agriotes lineatus 343.
— *segetis* 94, 699.
Agropyrum cristatum 622.
— *sibiricum* 15, 291.
— *tenerum* 623.
Agrostis alba 629.
— *stolonifera* 629.
Agrotis segetum 94, 171, 343, 561.
Aira caespitosa 628.
Akklimatisation 266, 280.
Aleurometer 211.
Aleuronkörner 203.
Alhagi camelorum 516.
Alisma Plantago 330.
Alizarinöl 403.
Alopecurus geniculatus 621.
— *pratensis* 621.
Alsine 453.
Althaea rosea 702.
Amaranthus 144.
Amerikanische Brache 241, 319.
Andropogon halepensis 308.
Anethum graveolens 415.
Anil 702.
Anis 412.
— Boden 413.
— Ernte 413.
— Ertrag 414.
— Saat 413.
Anisöl 412.
Anisoplia austriaca 12, 343.
— *crucifera* 343.
Anthonomus grandis 7, 562.
Anthraknose 561, 595, 596.
Anthyllis vulneraria 616.
Apera spica venti 582, 630.
Aphanomyces 172.
Aphis 359, 363, 365.
— *Gossypii* 562.
Aphis papaveris 411.
— *pisi* 356.
Aphtona euphorbiae 454.
Apion trifolii 597.
Apocynum sibiricum 516.
— *venetum* 516.
Apus cancriformus 330.
Arachis hypogaea 374.
Arbeitsverteilung 24.
Areometer 110.
Arrenatherum elatius 628.
Artbastarde 265.
Artemisia 400.
Arundo donax 330.
Aspergillus 323, 467.
— *oryzae* 372.
Assimilationskurve 235.
Assolement 8.
Asterocystis radicis 455.
Astragalus 617.
Atavismus 262.
Athalia spinarum 407.
Atomaria linearis 170.
Atriplex 144.
— *patula* 453.
Atropa 25.
Aufforsten 390.
Ausartung 429.
Auswintern 227.
Avena 197, 299.
— *aristata* 299.
— *aurea* 299.
— *brunnea* 299.
— *bycantina* 301, 302.
— *cinerea* 299.
— *diffusa* 197, 299.
— *elatior* 628.
— *fatua* 202.
— *flavescens* 628.
— *grisea* 299.
— *Krausei* 299, 301.
— *montana* 299.
— *mutica* 299.
— *nuda chinensis* 301.
— *nuda inermis* 301.
— *orientalis* 197, 299.
— *patula* 197, 299.
— *pubescens* 628.
— *sativa* 197, 299.
— *sterilis* 301.
Avitaminosen 324.
Azotobacter 10.
Bacillus Comesii 474, 506.
Backqualität 212.
Bacterium coli commune 462.
Bakterienringfäule 93.
Bakteriosis 172.
Bandsaat 271.
Baumwolle 518.
— Anbaufläche 521, 523, 524.
— Arten 526.
— Baumwollkuchen 546, 558, 559.
— Baumwollmehl 558.
— Berieselung 531, 543, 547, 555.
— Beschädigungen 561.
— Blüte 556.
— Bodenbearbeitung 548.
— Botanik 526.
— Düngerbedürfnis 540, 542.
— Düngung 540, 546.
— Entwicklung des Baumwollbaues 520.
— Erträge 557.
— Faser 528, 558.
— Feuchtigkeit 530.
— Fruchtfolge 536.
— Gesamterzeugung 521.
— Gründüngung 547.
— Klima 529.
— Krankheiten 561.
— Monokultur 537.
— Nährstoffverbrauch 540, 541.
— Öl 560.
— Pflege 553.
— Plantagen 536.
— Reife 556.
— Saat 552, 553.
— Samen 528, 558.
— Sonnenscheindauer 530.
— Sorten 531, 532, 533, 534.
— Standort 531.
— Unkräuter 554.
— Wärmesummen 529.
— Welternte 522.
— Eule 321.
— Motte 562.
— Beetkultur 270.
— Bestäubung 222.
— Bestockung 216, 217, 218, 219.

Beta foliosa 100.
— *maritima* 100.
— *vulgaris* 100.
— — *cicla* 102.
Beulenbrand des Mais 342.
Bibernelle, kleine 633.
Bienenklee 592
Bilboa 27.
Bitterkeit 628.
Blasenfuß 307.
Blattfleckenkrankheit 677, 678.
Bodenfeuchtigkeit 230, 232.
Bodenfruchtbarkeit 3.
Bodenreichtum 3.
Boehmeria 515.
— *nivea var. candicans* 515.
Botys lupulina 699.
— *silacealis* 512.
— *sticticalis* 147, 169, 512, 699.
Brache 23, 241, 242, 244, 245, 319.
Brand 337, 339.
Brassica juncea 415.
— *napus oleifera* 404.
— — *rapifera* 184.
— *nigra* 415, 416.
— *oleracea acephala* 187.
— — *capitata* 187.
— — *caulorapa* 187.
— *rapa campestris* 407.
— — *oleifera* 404, 407.
— — *rapifera* 184.
Bromus erectus 627.
— *inermis* 10, 15, 626.
— *mollis* 627.
— *pratensis* 627.
— *secalinus* 627.
Brotbacken 210.
Brotherstellung 208, 210, 212.
Brotkäfer 311, 343.
Bruchus granarius 363,
— *lentis* 359.
— *pisi* 352, 355, 363.
— *rufimanus* 363.
Buchweizen 10, 331.
— Boden 332.
— Düngung 333.
— Ernte 335.
— Erträge 335.
— Fruchtfolge 333.
— Pflege 334.
— Saat 334.
— Wachstumsfaktoren 332.
Buckelschorf 92.
Bürstenheu 626.
Bunias orientalis 632.
Butomus umbellatus 330.

Camelina dentata 448.
— *linicola* 448.
— *sativa* 407, 408, 453.
— *sativa glabrata* 408.
Cannabis sativa 488.
Capnodium salicinum 698.
Caradrina exigua 561.
Carex vesicaria 330.
Carthamin 702.
Carthamus tinctorius 402, 702.
Carum carvi 414, 633.
Cassida nebulosa 170.
Cecidomyia destructor 344.
— *papaveris* 411.
Centaurea Cyanus 448.
Cephusarten 344.
Cercospora beticola 172.
Ceutorrhynchus macula alba 411.
— *sulcicollis* 407.
Chaetocnema-Arten 699.
Chenopodium album 448, 582.
Chersonbrache 241, 319.
Chlorops taeniopus 344.
Chrysophlyctis endobiotica 93
Cicer arietinum 356.
— *vicia* 357.
Cichorium intybus 188.
Cirsium arvense 144.
Cladosporium 342.
Claviceps purpurea 342.
Clematis orientalis 516.
Cleonus punctiventris 169.
Codein 409.
Colletotrichum lini 455.
Conchylis epilinana 454.
Convolvulus arvensis 144, 453, 554.
Corchorus capsularis 512.
— *olitorius* 512.
— *textilis* 489.
Coriandrum sativum 414.
Coronilla varia 617.
Cotton wilt 561.
Covercoat 517.
Crocus alatavicus 699.
— *Korolkovi* 699.
— *reticulatus* 699.
— *sativus* 699.
— *speciosus* 699.
Cuscuta 363, 581, 582.
— *arvensis* 597.
— *epilinum* 448.
— *epithymium var. trifolii* 596, 597.
— *europaea* 510.
— *Gronovi* 597.
— *racemosa* 597.
Cynodon dactylon 554.
Cynosurus cristatus 624.

Dactylis glomerata 624.
Dahlie 95.
Daucus carota 181.
Demargarinisation 560.
Derbrüssler 169.
Diaphanoskop 254.
Diastase 210.
Diffusionsmethode 109.
Digestie, heiße 117.
Digraphis arundinacea 630.
Dipsacus fullonum 562.
— — *silvestris* 562.
Dochgusobogan 330.
Dolichos 370.
Doryphora decemlineata 93.
Drahtwurm 343.
Dreifelderwirtschaft 5, 11, 12, 190, 243, 246.
Dubowka 416.
Dürre 337.
Durra 198, 309.

Echinospermum Lappula 448, 582.
Eleagnus angustifolius 516.
Eleocharis 330.
Endosperm 203, 208, 214.
Engerling 171, 699.
Entartung 280, 281.
Entbittern 384.
Epicauta erythrocephala 606.
Erbse 350.
— Bodenbearbeitung 353.
— Düngemittel 353.
— Ernte 355.
— Fruchtfolge 353.
— Klima 352.
— Pflege 354.
— Saat 354.
— Sorten 351.
— Zusammensetzung 352.
Erbsenmüdigkeit 7, 353.
Erdflöhe 169, 177, 365.
Erdnuß 374.
— Boden 375.
— Ernte 375.
— Erträge 375.
— Pflege 375.
— Zusammensetzung 375.
Ergotismus 342.
Ervilie 359.
Ervum ervilia 359.
— *lens* 357.
Erysiphe 355, 363, 678.
— *graminis* 342.
— *humuli* 698.
— *martii* 363, 595.
Esparsette 612.
— Boden 613.
— Botanik 612.
— Erträge 614.
— Fruchtfolge 613.
— Klima 613.
— Pflege 614.
— Samengewinnung 614.
— Saat 613.
— Zusammensetzung 614.
Etiolation 222.
Euchlaena 310.
Euphorbia cyparissias 355.
Eurycreon sticticale 169.
Eurygaster 345.
Extensität 8.

Fadenkeimigkeit 93.
Färberröte 266, 701.
Färberwaid 702.
Färberwau 702.
Farbbuchweizen 702.
Farbpflanzen 699.
Farinotom 299.
Faserpflanzen 418.
Faserwurzelsystem 191.
Fava lupina 376.
Federpfriemengras 9.
Feldfutterpflanzenflächen 517.
Feldgraswirtschaft 13.
Fenchel 415.
Festuca arundinacea 626.
— *elatior pratensis* 625.
— *ovina* 10, 625.
— *rubra* 626.
Fette 391.
Fiederung 454.
Fisole 369.
— Boden 369.
— Düngung 369.
— Erträge 369.
— Fruchtfolge 369.
— Sorten 369.
— Vegetationsperiode 369.
Flachsanthraknose 455.
Flachschorf 92.
Flaumhafer 628
Fluktuation 249.
Foeniculum officinale 415.
Fritfliege 303.
Fruchtwechsel 7, 13, 16.
Fuchsschwanz, geknieter 621.
— Wiesen- 621.
Fumago salicina 698.
Furvoya cubensis 513.
Fusarium 342, 595.
— *lini* 455.
Futtergräser 618.
Futterpflanzen 566.
Futterpflanzenmischungen 633.
Futterrübe 172.
— Aufbewahrung 179.
— Boden 175.
— Bodenbearbeitung 175.
— Ernte 179.
— Erträge 180.
— Form 172.
— Fruchtfolge 176.
— Klima 175.
— Pflege 179.
— Reinheitskoeffizient 173.
— Saat 178.
— Samengewinnung 180.
— Sorten 173, 174, 181.
— Verpflanzen 177.
— Wärmesumme 175.
Futterschwarzwurz 633.

Gabelgerste 262.
Galaktane 350.
Galium aparine 448, 453.
Gartenrettich 407.
Gerste 196, 296.
— Braugerste 298.
— Keimenergie 299.
— Schema 297.
Gesetz der Homologenreihen 526.
Getreidearten 190.
— Absolutes Korngewicht 247.
— Abstammung 199.
— Ährchen 193.
— Anbauflächen 190.
— Aufnahmefähigkeit der Wurzeln 235.
— Aufziehen 275.
— Auswintern 227.
— Bau des Korns 203.
— Beizen 340, 341.
— Beschädigungen 337.
— Bestäubung 222.
— Bestockung 216, 217, 218, 219, 229, 269.
— Blatt 192, 230.
— Blüte 193, 222.
— Blütenstand 193.
— Bodenbearbeitung 244.
— Dreschen 278.
— Düngung 236.
— Einfluß der Bodenfeuchtigkeit 232.
— Einfluß der Hitze 228.
— Einfluß des Lichtes 228.
— Eiweiß 205, 207.
— Ernte 275.
— Erträge 232, 278.
— Fett 205.
— Fruchtfolge 240.
— Halm 192, 220.
— Internodien 222.
— Kalidüngung 239.
— Keimenergie 248.
— Keimfähigkeit 247, 248.
— Keimling 204.
— Keimung 214.
— Klima 225.
— Korn- u. Strohverhältnis 230.
— Krankheiten 336.
— Lagern 222.
— Morphologie 191.
— Nachreifen 276.
— Nährstoffentzug 234, 235, 236.
— Pflege 273.
— Phosphorsäuredüngung 238.
— Reife 223, 275.
— Rohfaser 204.
— Saat 267, 269, 272.
— Saatgutbewertung 247.
— Samenaustausch 266.
— Stickstoffdüngung 236.
Getreidearten, stickstoffreie Extraktstoffe 205.
— Temperatureinwirkung auf die Keimung 215.
— Transpirationskoeffizient 229.
— Trocknen 277.
— Vegetationsperiode 232.
— Volumengewicht 247.
— Wärmesummen 226.
— Wasserverbrauch 228.
— Winter- u. Sommergetreide 220.
— Wurzeln 191, 216, 230, 235.
— Züchtung 249.
— Zusammensetzung des Korns 204, 230.
Glatthafer 628.
Gliadin 207, 211.
Globulin 207, 350.
Gloesporium caulivorum 595, 596.
Glukosesirup 25.
Glutenin 211.
Gluten-Kasein 207.
Glyceria fluitans 199.
Glycine hispida 370.
— *Soja* 370.
— *ussuriensis* 370.
Glycyrrhyza glabra 516.
Glykose 30, 32, 59, 76.
Glykosid 31.
Goldhafer 628.
Golfstrom 225.
Gosplan 17.
Gossypol 559.
Gossypium 518, 527.
— *barbadense* 527.
— *herbaceum* 527, 531, 535.
— *hirsutum* 527, 532.
Grannen 338.
Granulobacter pectinovorum 462.
Graswirtschaft, wilde 9.
Graupen 210, 332.
Grieß 208, 209.
Grütze 210.

Haarpfriemengras 9.
Hafer 197, 299.
— Abstammung 301.
— Bastarde 202.
— Rispentypen 299.
Hafergrasarten 628.
Hainrispengras 629.
Halimodendron argenteum 516.
Halmfliege, gelbe 344.
Helmwespe 311, 344.
Haltica 7.
— *turcmenica* 562.
Hanf 488.
— Anbaugebiet 488, 489.
— Boden 492.

Hanf, Bodenbearbeitung 499.
— Brechen 506.
— Düngung 493, 499.
— Ernte 502.
— Faserausbeute 507.
— Faserhanf 491, 497, 498.
— Fruchtfolge 496.
— Hecheln 506.
— Individualauslese 509.
— Keimfähigkeit 500.
— Klima 492.
— Kotonisierung 509.
— Krankheiten 510.
— Massenauslese 509.
— Nährstoffverbrauch 494, 495.
— Öl 492.
— Röste 504, 505.
— Samenhanf 491, 497, 498.
— Schädlinge 510.
— Schwingen 506.
— Sorten 490.
— Sortieren 507.
— Spinnhanf 490.
— Taurröste 505.
— 1000-Korngewicht 500.
— Trocknen 503, 506.
— Vegetationsdauer 502.
— Züchtung 509.
— Zusammensetzung des Hanfkuchens 491.
— — der Samen 491.
Hanfkäfer 512.
Hanfkrebs 510.
Haschisch 491.
Helianthus annuus 392, 393.
— *tuberosus* 95.
Heliothis armiger 561.
— *dipsacea* 454.
— *obsoleta* 561.
Hemizellulosen 32, 205.
Hepialus humuli 699.
Herba medica 600.
Herz- oder Trockenfäule 172.
Hessenfliege 272, 311, 344.
Heterodera Schachtii 167.
Heterogenesis 249, 257.
Heterostylie 334.
Heuschrecken 345, 562.
Hibiscus cannabinus 514.
Hierochloa odorata 10.
Hirse, gewöhnliche 198, 203.
— Arten 304.
— Boden 307.
— Saat 307.
— Sorten 304.
Hirsezünsler 512.
Holcus lanatus 630.
Homoesoma nebulella 396, 400.
Honiggras, wolliges 630.
Hopein 681.
Hopfen 679.
— Äußeres der Zapfen 682.
— Analyse der Zapfen 681.
Hopfen, Anbaufläche 679.
— Bewertung 682, 698.
— Böden 685.
— Bodenbearbeitung 686.
— Botanik 680.
— Düngung 687.
— Ernte 696.
— Fruchtfolge 686.
— Geruch 682.
— Harzgehalt 684.
— Klima 684.
— Krankheiten 698.
— Nährstoffentzug 687.
— Pflanzen 689, 690.
— Pflege 691, 695.
— Plantagen 685.
— Reife 685, 696.
— Sorten 683.
— Standdichte 689.
— Stützung 693.
— Trocknung 697.
— Vermehrung 688.
— Verpackung 697.
— Wärmesumme 685.
— Zusammensetzung 680.
Hopfenbittersäure 681.
Hopfenluzerne 611.
Hopfenwurzelspinner 699.
Hopfenspinne 699.
Hordeum vulgare 196, 296.
— *deficiens* 202.
— *distichum* 197, 297.
— *distichum erectum* 298.
— *distichum nutans* 298.
— *hexastichum* 197, 297.
— *intermedium* 197, 202.
— *nigrum* 297.
— *pallidum* 297.
— *pallidum hibernans* 202.
— *tetrastichum* 197, 297.
— *trifurcatum* 197, 262, 265, 297.
Humulus lupulus 679.
100-Punkt-System 212.
Hydroecia nicticans 343.
Hydrolyse 350.
Hyoscyamus 25.

Immergrün 243.
Impfung 381, 616.
Indigofera anil 701.
— *argentea* 701.
— *tinctoria* 701.
Indigoträger, farbhaltiger 701.
— silberner 701.
Industrielle Wirtschaft 8.
Inkarnatklee 599.
Intensität 8.
Inulin 95, 188.
Invertin 210, 214.
Isatis tinctoria 702.
Isosoma 345.

Jaroslawer Fruchtfolge 7, 13, 14, 241.
Jodzahl 433.
Jute 512.

Kältebedürfnis 221.
Kakaoöl 433.
Kammgras, gemeines 624.
Kanariengras, rohrähnliches 630.
Kapselkäfer 7.
Karamellisation 210.
Kardendistel 266.
Kartoffel 21.
— Anbaufläche 27.
— Anwelken 60.
— Aufbewahrung 75, 77.
— Auslese 59, 60.
— Bestandteile der Asche 32.
— Blätter 28.
— Blüte 28.
— Boden 43.
— Bodenbearbeitung 53.
— Botanik 25.
— Brot 89.
— Chemische Zusammensetzung der Knolle 31.
— — — des Krautes 32.
— Düngung 43.
— Dunkelkeime 60.
— Einführung 26.
— Entwicklung des Anbaues 27.
— Erfrieren 86.
— Ernten 21, 27, 71, 72, 74.
— Fabrikkartoffeln 33, 38, 40.
— Flocken 87.
— Frucht 28.
— Fruchtfolge 50.
— Futterkartoffeln 33, 40.
— Gruben 79, 80.
— Kalidüngung 44, 48.
— Kalkdüngung 50.
— Kältetod 75, 76.
— Keimung 29, 57, 61.
— Keller 78.
— Klima 42, 61.
— Knolle 28, 55, 56.
— Knollenreife 29.
— Kochen 33, 37.
— Krankheiten 90.
— Krankheitswiderstandsfähige Sorten 40.
— Kraut 74.
— Kreuzung 35.
— Lichtkeime 59, 61.
— Litauische Pflanzmethode 65.
— Mieten 81, 82, 83, 84, 85.
— Morphologie 28.
— Mutterknolle 30.
— Nährstoffentzug 43, 45.
— Nutzung 75.
— Pflanzen 56, 62, 67.
— Pflanzgut 54, 55, 58.
— Pflege 61, 67.

Kartoffel, Pfropfung 31, 36.
— Phosphorsäuredüngung 46.
— Produktionssteigerung 22, 23.
— Reife 71.
— Saatknollen 54.
— Schale 59.
— Schmackhaftigkeit 37.
— Sorten 34, 37, 42.
— Sortieren 74.
— Speisekartoffeln 33, 38.
— Stallmistdüngung 45.
— Standraum 55.
— Stärkegehalt 33.
— Stengel 28.
— Stickstoffdüngung 46, 47.
— Torfdüngung 45, 48.
— Trockenmethoden 88.
— Trockensubstanz, Zusammensetzung der 71.
— Universalsorten 38.
— Vegetationsperiode 42.
— Verdunstungsmengen 43.
— Verhältnis von Eiweiß zu Kohlenhydraten 22, 33.
— Vermehrung 54, 59.
— Wachstumsperiode 34.
— Wurzeln 30, 44.
— Zerschneiden 58.
— Züchtung 36.
Kartoffelbrache 50.
Kartoffelkäfer 93.
Kartoffelkrebs 93.
Karyopse 203.
Kenaf 514.
Kendyr 516.
Kicher, echte 356.
Kindelbildung 93.
Kleber 190, 207, 210, 211, 213.
Klebreis 326.
Kleefonds 238.
Kleegrasbau 14.
Kleekrebs 595.
Klee, persischer 599.
Kleemüdigkeit 7, 516, 593, 594.
Kleeteufel 7.
Kleie 208.
Klima 7.
Knaulgras 624.
Knochenkäfer 321.
Knochenwurm 343.
Knollenfrüchte 21.
Knotenwurm 345.
Koeleria cristata 10, 626.
Körnerwirtschaft 8, 11, 12.
Kohl 187.
Kohlrabi 187.
Kohlrübe 184.
— Boden 186.
— Ertrag 186, 187.
— Saat 186.
Kohlrübe, Samengewinnung 187.
— Zusammensetzung 185.
Koleoptile 216.
Konitschewer Fruchtfolge 510.
Kopna 277.
Koriander 414.
Kotonisierung 463, 509, 517.
Kräuselkrankheit 93.
Krapp 701.
Kronwicke, bunte 617.
Kropf (beim Hopfen) 698.
Kümmel 414, 633.
Kuhkohl 187.
Kumarin 611.

Lathyrismus 256.
Lathyrus cicer 356.
— *pratensis* 617.
— *sativus* 356.
— *sylvestris* 617.
Leersia oryziodes 330.
Leguminosen 5, 347.
— Klima 349.
— Vegetationsperiode 349.
— Zusammensetzung 349.
Lein 418.
— Anbaufläche 421, 424.
— Anbaumethode 435.
— Arbeitsaufwand 422.
— Bearbeitung der Stengel 249.
— Beizen 449, 455.
— Bewertung 478.
— Blüte 455.
— Bodenbearbeitung 445.
— Brechen 460, 475.
— Dreschen 461.
— Düngung 437, 442, 443.
— Einteilung 428.
— Ernte 456.
— Faser 429, 435.
— Faserertrag 423.
— Faserfestigkeit 480.
— Fäulnis 455.
— Fruchtfolge 438, 439, 440, 441.
— Gärung, schäumende 466.
— Hecheln 477.
— Heimat.
— Individualauslese 481, 482.
— Kalidüngung 443.
— Kapelle 459.
— Keimfähigkeit 448.
— Klima 435.
— Knicken 468.
— Korrelationen 482, 486, 487.
— Kotonisierung 463.
— Massenauslese 481.
— Nährstoffentzug 436, 437.
— „Nummer" des Gespinstes 478.
Lein, Ölkuchen 430.
— Öllein 423, 424, 426, 435.
— Pflege 452.
— Phosphorsäuredüngung 444.
— Raufen 457.
— Reaktion des Röstwassers 466.
— Reife 456.
— „Reife" (nach Röste) 470.
— Riffeln 460.
— Röste 458, 462.
— — biologische 462.
— — chemische 475.
— — Courtraier 470.
— — gemischte 473.
— — Kanal- 474.
— — Warmwasser- 463, 465, 466, 468, 470, 473.
— Röstgrube 468, 469.
— Saat 447, 449, 450.
— Samen 449.
— Schädlinge 454.
— Schwingen 460, 476.
— Sorten 426, 427.
— Spindelzahl 421.
— Stickstoffdüngung 443.
— Tauröste 467.
— Übergangsformen 428.
— Unkräuter 448, 453.
— Verbreitung 428.
— Wurzelsystem 445.
— Züchtung 481.
— Zusammensetzung des Leinsamens 430.
Leindotter 407, 408, 453.
Leinmüdigkeit 7, 437.
Leinöl 432, 433, 434.
Leinvaluta 425.
Leinwurm 454.
Lema melanopa 343.
Lens esculenta 357.
Leptosphaeria 222.
Lieschgras 582, 618.
Lignin 430.
Linoxin 433.
Linse 357.
— Boden 358.
— Bodenbearbeitung 358.
— Düngung 358.
— Saat 358.
— Samen 359.
— Sorten 358.
— Stroh 359.
Linum 418.
— *angustifolium* 418.
— *crepitans* 426.
— *humile* 426.
— *narbonnense* 426.
— *perenne* 418.
— *usitatissimum* 418, 427.
Lolium italicum 621.
— *linicola* 448.
— *perenne* 621.

Lolium westerwoldicum 622, 630.
Lotus corniculatus 612.
— *uliginosus* 612.
Lupine 376.
— Arten 376.
— Aufschließungsvermögen 378.
— Boden 378.
— Bodenbearbeitung 381.
— Düngung 380, 387, 388.
— Ernte 383, 384.
— Fruchtfolge 379.
— Gemengesaaten 385.
— Klima 377.
— Reife 383.
— Saat 382.
— Vegetationsperiode 378.
— Zusammensetzung 377.
Lupinenmüdigkeit 379.
Lupinidin 376.
Lupinin 376.
Lupinose 377.
Lupinus 376.
— *albus* 376.
— — *thermis* 376.
— *angustifolius* 376.
— *hirsutus* 376.
— *luteus* 376.
— *mutabilis* 376.
— *polyphyllus* 376, 381, 388.
Lupulin 680, 682, 697.
Luxurieren 291.
Luzerne, blaue 599.
— Ausdauer 608.
— Ausfrieren 601.
— Berieselung 602, 607.
— Boden 602.
— Bodenbearbeitung 602.
— Botanik 600.
— Düngung 603.
— Ernte 606, 609.
— Fruchtfolge 603.
— Herkünfte 600, 601.
— Klima 601.
— Leitunkräuter 601.
— Luzerneschläge 603.
— Pflege 608.
— Saat 604, 605.
— Samengewinnung 609.
— Schädlinge 610.
— Schnitt 606, 607.
— Unkräuter 609.
Luzerne, chinesische 601.
Lythrum 330.

Madia sativa 402.
Mahlvorgang 208.
Mais 198, 310.
— Anbau 317.
— Auslese 317.
— Boden 318.
— Brot 323.
— Ernte 321.
— Erträge 325.
Mais, Farbe 311.
— Lister 320.
— Mehl 323.
— Pflege 320.
— Reife 321.
— Sorten 311.
— Verwertung 324.
— Züchtung 316.
— Zusammensetzung 311.
Maiseule 321.
Maiszünsler 321.
Makkaroni 213.
Maltose 210.
Malve, schwarze 702.
Mamestra brassicae 402.
— *pisi* 597.
Mangold 102.
Manillahanf 489, 513.
Mannagras 198, 199.
Marseilleseife 374.
Martinets Bienenklee 592.
Maurische Wanze 345.
Medicago falcata 610.
— *lupulina* 611.
— *media* 610.
— *sativa* 599.
— — *chinensis* 601.
Mehlausbeute 209.
Mehlherstellung 208.
Mehltau 355, 363, 678.
Melampsora lini 454.
Melilotus albus 611.
— *officinalis* 611.
— *trigonella* 612.
Melolontha hippocastanei 512.
— *vulgaris* 512.
Methode von Baur 425.
— De-Vecchis 117.
— Feyette 474.
— Guelich 70.
— Michailow 70.
— Pinto 70.
— Rossi 474.
— Wanstin-Kiste 474.
Millons-Reagenz 207.
Minierfliege 170.
Modifikation 249.
Möhre 181.
— Boden 182.
— Ernte 184.
— Fruchtfolge 182.
— Klima 182.
— Pflege 183.
— Sorten 182.
— Zusammensetzung 181.
Mohar 305.
Mohn 409.
— Boden 410.
— Ernte 411.
— Klima 409.
— Pflege 411.
— Reife 411.
— Schädlinge 411.
— Sorten 409.
Mohngallmücke 411.
Mohrenhirse 198, 307.
Monokultur 18.
Mordellistena micans 512.
— *parvula* 401.
Mormidea baccarum 401.
Morphin 409, 681.
Mosaikkrankheit 93, 677, 678.
Mucedin 207.
Musa textilis 489, 513.
Mutationen 249, 256, 257, 259, 260.
Mutterkorn 342.
Myrosin 415.

Nacktschnecken 345.
Narkotin 409.
Naßfäule 92.
Nematoden 6, 129, 353.
Neocosmospora vasinfectum 561.
Nepa cinerea 330.
Neuseeländer Lein 513.
Nichtzucker 110, 120.
Nicotein 643.
Nicotellin 643.
Nicotiana tabacum 639.
— *brasiliensis* 641.
— *fructicosa* 641.
— *havannensis* 641.
— *lancifolia* 641.
— *macrophylla* 641, 652.
— *rustica* 640, 652.
— *virginica* 641.
Nicotin 643, 653, 667, 673, 675.
Nicotinin 643.
Nitragin 380, 381.
Nitrifikation 122.
Norfolker Fruchtfolge 13, 15, 16, 127, 241.

Ölfrüchte 391.
Ölgehalt 392.
Ölmadie 402.
Ölrettich, chinesischer 407.
Oidium 462.
Onobrychis sativa 612.
— — *bifera* 612.
— — *maxima* 612.
Opatrum sabulosum 401.
Ophiobolus 222.
Opium 409, 411, 412.
Ornithopus sativus 614.
Orobanche 363, 395, 397.
— *cumana* 7, 400.
— *minor* 597.
— *ramosa* 510, 511.
Oryza glutinosa 326.
— *sativa* 199, 325.
Oscinis frit 344.

Pachytylus migratorius 345.
Palea inferior 193, 203.
— *superior* 193, 203.
Panicum 198, 203.
— *aureum* 306.

Panicum, contractum 198, 305.
— *crus galli major* 144, 305, 330, 448.
— *dacicum* 306.
— *effusum* 198, 305.
— *flavum* 306.
— *frumentaceum* 305.
— *germanicum* 630.
— *italicum* 198, 304, 305.
— *miliaceum* 198, 203, 448.
— *sanguineum* 198, 203, 305, 306.
— *subaureum* 306.
— *subcoccineum* 306, 307.
— *viride* 202.
Papaverin 409.
Papaver somniferum 409.
Pariser Grün 345.
Pastinak 184.
Pedigree 252.
Pegomya hyoscyami 170.
Pektingärung 462, 464, 467, 471.
Pektinvergärer 382.
Pellagra 323.
Peluschke 350, 351.
Penicillium 467.
Pentosane 32.
Pererod 289.
Perikarp 203, 216.
Peronospora 171.
— *arborescens* 411.
— *parasitica* 407.
— *trifoliorum* 595.
— *viciae* 355, 365.
Pfauengerste 263.
Pferdebohne 359.
— Bodenbearbeitung 361.
— Feuchtigkeitsansprüche 361.
— Formengruppen 360.
— Nährstoffgehalt 360.
— Pflege 362.
— Reife 362.
— Saat 362.
— Schädlinge 363.
— Wärmeansprüche 361.
Phalaris arundinacea 630.
Phaseolus multiflorus 369.
— *mungo* 370.
— *vulgaris* 369.
Phleum Boehmeri 620.
— *pratense* 582, 618.
Phloeothrips frumentaria 345
Phlyctaenodes sticticalis 147, 169, 512, 699.
Phoma betae 172.
Phormium tenax 513.
Phyllosticta cannabis 510.
Phytomyza orobanchis 400.
Phytophthora infestans 27, 45, 47, 50, 74, 90, 91.
Pimpinella anisum 412.
— *saxifraga* 633.
Pisum arvense 350, 351.
Pisum sativum 350.
Pisumtypus 265.
Plantago lanceolata 582, 633.
Platterbse, eßbare 356.
Plectridium pectinovorum 462, 467, 473, 475.
Plumula 204, 216.
Plusia gamma 94, 171, 454, 511, 597.
Poa compressa 629.
— *fertilis* 629.
— *nemoralis* 629.
— *pratensis* 628.
— *serotina* 629.
— *trivialis* 629.
Pockenkrankheit 92, 677.
Polarimeter 110, 119, 156, 157.
Polarisationsmethode 110.
Polygonum arviculare 582.
— *Fagopyrum* 331.
— — *emarginatum* 331.
— — *esculentum* 331.
— — *rotundatum* 331, 332.
— — *tataricum* 331.
— *lapathifolium* 448, 582.
— *linicola* 448.
— *Sachalinense* 332, 633.
— *tinctorium* 702.
Polyspora lini 455.
Polythrincium trifolii 595.
Population 281.
Populus diversifolia 516.
Potamogeton 330.
Poterium Sanguisorba 633.
Pottasche 332, 397.
Primitive Wirtschaft 8.
Pseudopeziza trifolii 595.
Psylliodes 698.
— *attenuata* 511.
— *chrysocephala* 407.
Puccinia coronata (*coronifera*) 302, 339.
— *helianthi* 399.
— *straminis* 339.
Pülpe 25.
Pythium de Baryanum 172, 677.

Quecke, amerikanische 623.

Radicula 204, 216.
Ramie, grüner 515.
— weißer 515.
Raphanus raphanistrum 365, 408.
— *sativus oleiferus* 407.
— — *rapiferus* 407.
Raps 404.
— Boden 405.
— Bodenbearbeitung 405.
— Ernte 406.
— Klima 404.
— Nährstoffentzug 405.
Raps, Reife 406.
— Saat 406.
— Schädlinge 407.
Rasenschmiele 628.
Rauchtrocknen 277.
Refraktionskoeffizient 432.
Refraktrometer 111, 158.
Regression 258.
Reine Zucht 252.
Reinheitskoeffizient 110, 120, 121, 125, 149.
Reis 199, 325.
— Arten 326.
— Ausdehnung des Anbaues 327.
— Boden 328.
— Ernte 330.
— Erträge 331.
— Gebirgsreis 325.
— Plantagen 328.
— Sorten 325.
— Sumpfreis 325.
— Unkräuter 330.
— Vegetationsdauer 327.
— Wärmesumme 327.
Reisquecke 330.
Renntierhaltung 9.
Reseda Luteola 702.
Retrogradation 123.
Rhicopus nigricans 467.
Ricinin 403.
Ricinus communis 403.
Rieselwasser 17.
Riesenkohl 187.
Rispengras, gemeines 629.
— platthalmiges 629.
— spätes 629.
— Wiesen- 628.
Rizinus 403.
Roggen 196.
— Sorten 293.
— Staudenroggen 218.
Roggenbrot 210.
Roggenthrips 345.
Roggentrespe 627.
Rohrglanzgras 630.
Rohrschwingel 626.
Rost 339.
Rotklee 567.
— Beschädigungen 593.
— Boden 574.
— Bodenbearbeitung 575.
— Dreschen 590.
— Düngung 588, 589.
— Entwicklung 587.
— Entwicklung des Kleebaues 569.
— Ernte 587, 590.
— Erträge 591.
— Fruchtfolge 576.
— Grenze des Kleebaues 574.
— Herkünfte 568, 569, 581.
— Keimfähigkeit 582.
— Klima 574.
— Krankheiten 593, 595.

Rotklee, Nährstoffbedarf 575.
— Nutzung 589.
— Rassen 573.
— Reinheit 582.
— Reinigung 596.
— Saat 581, 582, 583.
— Samen 581.
— Samenbau.
— Samengewinnung 589.
— Sorten 568.
— Stecklinge 573.
— Unkräuter 582.
— Winterfestigkeit 570.
— Züchtung 573.
— Zusammensetzung 587.
Rotschwingel 626.
Ruberytrinsäure 701.
Rubia tinctorum 701.
Rübenbohrer 156.
Rübenkäfer 169.
Rübenmüdigkeit 6. 167.
Rübenzünsler 169.
Rübsen 404, 407.
— Böden 407.
— Klima 407.
Rumex acetosella 582.
— *crispus* 582.
Runkelfliege 170.
Rußtau 698.

Saatwicke 363.
— Boden 364.
— chem. Zusammensetzung 364.
— Klima 364.
— Zusammensetzung des Heus 366.
Saccharose 32, 76.
Saflor 402, 702.
Safran 699.
Salix 516.
Sandluzerne 610.
Sareptasenf 415.
Sartische Saatmethode 549.
Schälen des Korns 208.
Schafgarbe 633.
Schafschwingel 10, 625.
Schildchen 204, 214.
Schildkäfer 170.
„Schildkrötchen" 345.
Schlempe 25.
Schorf 50, 92.
Schotenklee, gehörnter 612.
— Sumpf- 612.
Schwärze 411.
Schwarzrost 339.
Schwedenklee 597.
„Schweinchen" 169.
„Schweinewürger" 330.
Schwingelarten 625.
Scirpus mucronatus 330.
Sclerotinia libertiana 510.
— *trifoliorum* 595.
Secale cereale 196.
Secale montanum 201.
Seifensiederei 392.
Selbstfertilität 223.
Senf 365, 448, 453, 632.
Septoria cannabina 510.
Serradella 614.
— Boden 615, 616.
— Fruchtfolge 616.
— Saat 615.
Sesamum orientale 402.
Setaria 144.
— *germanica* 198, 304, 630.
— *italica* 198.
— *viridis* 198, 203, 448, 554, 582, 587.
Sichelluzerne 610.
Silene dichotoma 582.
Sinapis alba 448, 632.
— *arvensis* 365, 453.
Sisalhanf 513.
Sitones lineatus 365, 597.
Skutsch 478.
Sojabohne 370.
— Milchherstellung 371.
— Zusammensetzung 370.
Soja hispida 370.
Solaningehalt 31.
Solanum tuberosum 25.
Solikamsksalze 443.
Sonchus arvensis 554.
— *oleraceus* 144.
Sonnenblume 392, 393.
— Bodenbearbeitung 397.
— Krankheiten 399, 400, 401.
— Ölgehalt 394.
— Pflege 398.
— Reife 398.
— Saat 397.
— Schädlinge 399.
— Sorten 394, 395, 400, 401.
Sonnenblumenbrache 242.
Sonnenblumenkuchen 399.
Sorghum 198, 307.
— *cernuum* 198, 308.
— *contractum* 308.
— *effusum* 308.
— *exiguum* 631.
— *halepense* 308, 554, 631.
„Spargelkartoffel" 29.
Spergula arvensis 448, 453.
— — *maxima* 632.
— — *sativa* 632.
Sphaerotheca Castagnei 698.
Spinnwanze 562.
Spiritus 25, 33.
Spitzwegerich 582, 633.
Spörgel 448, 453, 632.
Sporidesmium exitiosum 407.
Stallmistlose Wirtschaft 12.
Stallmistwirtschaft 8.
Stärke 25, 33.
Stärkekörner 203, 206.
Stärkewert 88.
Stauronotus maroccanus 345.
Steckrübe 184.
Steinbrand 340.
Steinklee, blauer 612.
— weißer 611.
Stickstoffsammler 378.
Stipa 339.
— *capillata* 9.
— *pennata* 9, 11.
Stolonen 30.
Straußgras, gemeines 629.
Streifenrost 339.
Strukturzustand 6.
Strunkkohl 187.
Sudangras 631.
Symphytum asperrimum 633.
Synchytrium endobioticum 93

Tabak 639.
— Abbrechen der Gipfel 665, 667.
— „Abwelken" 670, 671, 672.
— Ätherauszug 648.
— Alter des Blattes 646.
— Analysen 645.
— Arten 641.
— Asche 649, 669, 673.
— Aussehen des Blattes 651.
— Bakterienkulturen 675, 676.
— Beizen 651.
— Berieselung 665.
— Bodenbearbeitung 659.
— Düngung 654.
— Ernte 669.
— Erträge 674.
— Fermentation 674.
— Fruchtfolge 658.
— Gärung 674, 675.
— „Gelben" 670, 672.
— Geschmacksstärke 646.
— Glühen 647.
— Hungerstoffwechsel 673.
— Kalidüngung 656.
— Kalkdüngung 657.
— Klima 652.
— Kohlehydrate 648.
— Krankheiten 677.
— Nährstoffentzug 653.
— Öl 648.
— Pflege 665.
— Phosphorsäuredüngung 655.
— Plantagen 657.
— Qualität 650, 667.
— Reife 668.
— Sämlinge 660, 661, 662.
— Samengewinnung 674.
— Sorten 642, 652, 654, 655, 657, 658, 659, 664, 666, 668, 669.
— Standweite 664.
— Stickstoffdüngung 654.
— Stickstoffsubstanzen 645.
— Temperatursumme 652.
— Treibbeete 660, 661.

Tabak, Trockendestillation 644.
— Trocknen 670, 671, 672.
— Verpflanzen 660.
— Züchtung 674.
— Zusammensetzung 643, 651, 675.
Tamarix elongata 516.
Tannin 681.
Technische Nebengewerbe 8.
Teigausbeute 212.
Tetranichus 699.
— *telarius* 562.
„Teufelsapfel" 26.
Thielavia lini 455.
Thrips secalinus 345.
Tiefschorf 92.
Tilletia caries 340.
„Tintenspritzer" 455.
Topinambur 95.
— Boden 96.
— Düngemittel 96.
— Klima 96.
— Kulturmaßnahmen 96.
— Pflegemaßnahmen 96.
— Sorten 96.
— Verwertung 96.
— Zusammensetzung 95.
Transpirationskoeffizient 229.
Trespe, aufrechte 627.
— wehrlose 10, 15, 626.
— weiche 627.
Trespearten 626.
Trifolium alpestre 599.
— *filiforme* 599.
— *hybridum* 597.
— *incarnatum* 599.
— *medium* 599.
— *montanum* 599.
— *pannonicum* 599.
— *pratense* 567.
— — *foliosum* 572.
— — *praecox* 569.
— — *pratorum* 567.
— — *sativum* 567.
— — *serotinum* 569.
— *repens* 582.
— *resupinatum* 599.
Trigonella coerulea 612.
Trimethylamin 681.
Trisetum flavescens 628.
Triticum 194, 262, 265, 281.
— *albidum* 282.
— *alborubrum* 284.
— *amyleum* 196, 292.
— *atratum* 292.
— *caesium* 287.
— *coerulescens* 288.
— *compactum* 194, 288.
— *cristatum* 622.
— *densiusculum* 289.
— *dicoccoides* 200.
— *dicoccum* 196, 200, 202, 262, 292.
Triticum durum 194, 205, 213, 265, 288, 289.
— *erythroleucon* 287.
— *erythrospermum* 285.
— *farrum* 292.
— — *wolgense* 292.
— *ferrugineum* 287.
— *frumentum* 194.
— *graecum* 285.
— *hordeiforme* 288.
— *laxiusculum* 289.
— *lutescens* 283.
— *milturum* 284.
— *monococcum* 196, 199, 262, 293.
— — *aegilopoides* 199.
— — *cereale* 199.
— *persicum* 288.
— *polonicum* 195, 200, 265, 291.
— *pseudo-Hostianum* 287.
— *repens* 10, 622.
— *sibiricum* 622.
— *spelta* 194, 195, 200, 205, 292.
— *turgidum* 195, 200, 213, 262, 291.
— *vulgare* 194, 262, 265, 281.
Trockenfäule 92.
Trockenkartoffel 86, 87.
Trockenweher 337.
Tugai 516.
Turka 516.
Turnips 184, 185.
Tyrosin 207.

Umlagewirtschaft 9.
Umpflanzkultur 270.
Unkräuter 6.
Urdbohne 370.
Uromyces 171, 172, 359, 363.
— *pisi* 355.
Urtica nivea 515.
— *tenacissima* 515.
— *utilis* 515.
Ustilago avenae 340.
— *hordei* 340.
— *maydis* 342.
— *tritici* 340.

Variation 249.
Verdunstung 6.
Verhältnis der eiweißhaltigen zu den nichteiweißhaltigen Stoffen 190, 348, 432.
Verscheinen 337.
Verticillium alboatrum 92.
Vicia cracca 368.
— *faba* 359, 360,
— — *cavallina* 360.
— — *maior* 360.
— — *minor* 360.
— — *mulletina* 360.
— *narbonnensis* 368.
— *sativa* 363.
Vicia sativa leucosperma 367.
— — *serotina* 367.
— *villosa* 296, 367.
Viehwirtschaft 8.
Vigna sinensis 370.
„Violine" 451.
Vitamine 324.

Waldbrandwirtschaft 10.
Waldhackwirtschaft 438.
Waldplatterbse 617.
Warzenkrankheit 92.
Wasserrüben 185.
Wasserverbrauch 6.
Weberkarde 562.
Weidelgras, deutsches 621.
— welsches 621.
— westerwoldisches 622, 630.
Weidewirtschaft 9.
Weißfleckenrüßler 411.
Weißklee 582, 598.
Weizen 194, 262, 265, 281.
— Abstammungsschema 200.
— Begrannte 285.
— Brot 210.
— Eiweißgehalt 206.
— Girka 281.
— Halbspelzweizen 292.
— Hartweizen 288.
— Japhetiden 293.
— „Polba" 196.
— Sorten 281.
— Unbegrannte 281.
— Ußatka 281.
— Wunderweizen 195, 291.
Welkekrankheit 92.
Wiesenknopf, kleiner 633.
Wiesenplatterbse 617.
Wiesenschwingel 625.
Wiesenzünsler 147.
Wildhafer 199, 202.
Windhalm 582, 630.
Wintergetreide 220.
Winterkohl 187.
Winterwicke 367.
Wirtschaft, freie 17.
Wirtschaftssystem 8.
Wolga-Emmer 196, 292.
Wolokolamsker Fruchtfolge 13.
Wundklee 616.
Wurzelbrand 171.
Wurzelfrüchte 97.
Wurzelsystem 4.

Xanthium 400.
Xenien 316.
Xerophyten 230.

Ypsiloneule 94, 454.

Zackenschote, morgenländische 632.
Zea Mays 198, 310.

Zea Mays amylacea 311, 321.
— — *everta* 313.
— — *excellens* 313.
— — *indentata* 312.
— — *indurata* 311.
— — *rostrata* 313.
— — *saccharata* 312.
— — *tunicata* 310, 313.
Zichorie 95, 188.
Zuckerrübe 100.
— Äußeres 112.
— Anatomie 102.
— Aufbewahrung 151.
— Auslese 155, 158, 159.
— Beetverfahren 142.
— Begrenzung des Rübenbaues 115.
— Beizen 137.
— Beschädigungen 166.
— Bewässerung 114, 115.
— Bewertungsnormen 135.
— Blätter 113, 153.
— Boden 117.
— Bodenbearbeitung 130.
— Chem. Zusammensetzung der Wurzel 108, 109.
— Dickenwachstum 149.
— Drillsaat, doppelreihige 141.
Zuckerrübe, Düngung 117.
— Durchschnittsprobe 112, 156.
— Einsäuern 153.
— Entwicklung 107.
— Ernte 148, 150.
— Erträge 101, 151.
— Fruchtfolge 127.
— Gründüngung 126.
— Kalidüngung 124.
— Kalkdüngung 125.
— Keimenergie 135.
— Keimfähigkeit 133, 134, 135, 136.
— Keimung 103.
— Klima 113, 116.
— Knäuel 133, 134.
— Köpfe 153.
— Krankheiten 166.
— Kristallisation d. Zuckers 110.
— Mieten 152.
— Morphologie 102.
— Nährstoffentzug 118.
— Nutzung 117.
— Pflege 143.
— Pfropfen 163.
— Phosphorsäuredüngung 121.
— Reihendüngung 122.
Zuckerrübe, Reife 148.
— Rübensamen 155.
— Saat 133, 138.
— Saatgut 133.
— Samenfarbe 136.
— Samenreife 161.
— Samenrüben 155.
— Schosser 102, 137, 166.
— Silo 154.
— Sorten 163, 164, 165.
— Stallmistdüngung 120.
— Standweite 141.
— Stecklinge 162.
— Stickstoffdüngung 120.
— Technische Analyse 109.
— Technischer Wert 110.
— Trocknung 154.
— Trotzer 161.
— Vereinzeln 140.
— Vermehrungsmethoden 162, 163.
— Vorquellen 136.
— Wurzel 103, 113, 157.
— Zuckeransammlung 114.
— Zuckerertrag 139, 151.
— Zuckergehalt 105, 114.
— Zuckertrust 165.
— Zweifeldersystem 11.
— Zweiwüchsigkeit 93.
Zwischenkulturen 23.

Druck von C. G. Röder G. m. b. H., Leipzig.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Erklärung zu Karte II. Versuchsfelder und -Stationen.

* Frühere Versuchsfelder und -Stationen. — Die römischen Zahlen bezeichnen die landwirtschaftlichen Gebiete. — Kursiv ausgezeichnet sind solche Versuchsfelder, die zu größeren Versuchsstationen mit gut eingerichteten Laboratorien gehören.

1. Versuchsstation Adshamet . XIX
2. Versuchsstation Adsham . XVIII
*3. Versuchsfeld Adshibai . . . XIV
4. Versuchsstat. Aserbaidshan . XIX
5. *Versuchsstation Ak-Kabak* . XXIII
6. Versuchsfeld Aleksejewsk . VII
7. *Versuchsstat. d. Amurgebietes* XXI
8. Versuchsfeld Andishan . . XXIII
9. Versuchsfeld Andrejewsk . XVI
10. *Versuchsstation Annenkowo* IX
11. Versuchsstation Anutschino XII
12. Versuchsstation Artemowo XVII
13. VersuchsstationArchangelsk II
14. Versuchsfeld Aschchabad . XXIII
15. Versuchsstation Balaschow XII
16. Versuchsfeld Bajandai . . . XX
17. Versuchsfeld Beshezk . . . VII
18. *Versuchsstation Besentschuk* IX
19. Versuchsstat. f. Weißrußland V
*20. VersuchsstationBogoduchow X
21. Versuchsfeld Bogorodizk . XI
22. Versuchsfeld Bogutschary . XI
*23. Versuchsf. Bolsche-Aleschino X
24. Versuchsfeld Borissoglebsk XI
25. Versuchsfeld Brassowo . . XI
26. Versuchsstation Bugulma . VIII
*27. Versuchsfeld Buguruslan . IX
28. Versuchsfeld Busuluk . . . IX
29. Versuchsfeld Burny XX
30. Versuchsfeld Butyliza . . . VII
31. Versuchsfeld Weidelewo . . X
*32. VersuchsstationWerchnedne-prowsk XVII
*33. Versuchsfeld Werchnedne-prowsk XVII
34. Versuchsstation Winniza . XV
35. Versuchsstation Witebsk . V
36. Versuchsstation Wladimir . VII
37. VersuchsstationWosnessensk XVIII
38. *Versuchsstation Wologda* . . II
39. Versuchsfeld Wolokolamsk, Sonderfeld VII
40. Versuchsfeld Wolokolamsk VII
*41. Versuchsfeld Wol'sk . . . XII
42. *Versuchsstation Woronesh* . XI
43. Versuchsfeld des landwirtschaftl. Instituts Woronesh XI
44. Versuchsfeld Worotynsk . . VII
45. Versuchsfeld Wyrypajewsk IX
46. Versuchsstation Wjätka . III
*47. Versuchsfeld Gdow I
48. *Versuchsstation der Hungersteppe, Mittel-Asien* . . . XXIII
49. Versuchsstation Gorki . . V
*50. Versuchsfeld Gorezk . . . XI
*51. Versuchsfeld Graiworon . . XI
*52. Versuchsfeld Derebtschino . XV
53. Dokutschajew-Versuchsstat. XI
54. Versuchsfeld Dolgoprud . . VII
55. Versuchsst. d. Donezgebietes XIII
*56. Versuchsfeld am Don . . XIII
57. Versuchsfeld Drabowo . . XVI
58. Versuchsfeld Jelez X
59. Versuchsstation Jelsk . . . XIII
*60. *Versuchsfeld Jekaterinodar* . XIII
61. Versuchsstat. Jekaterinoslaw XVIII
62. Versuchsfeld (utschastok) Samoschije I
63. *Versuchsstation Westsibirien* XX
*64. Versuchsstation Sapolje . . I
*65. Versuchsfeld Smijew, Gouv. Kasan VIII
*66. Versuchsfeld Smijew, Gouv. Charkow XVI
*67. Versuchsfeld Solotonoscha . XVI
*68. Versuchsstation Iwanowo . XVI
69. Versuchsstation Irkutsk . . XXI
70. *Versuchsstation Kasan* . . . VIII
*71. Versuchsgut Kasan VIII
72. Versuchsfeld des landwirtschaftl. Instituts Kasan . . VIII
73. Versuchsfeld Kasatschin . . XXI
74. Versuchsfeld Kameschnez . III
75. Versuchsfeld Kamyschin . XII
76. Versuchsfeld Kamyschlow . IV
77. Versuchsfeld Karajasy . . XIX
78. *Versuchsstation Kijew* . . . XV
*79. Versuchsfeld Klin VII
80. Versuchsfeld Koslow . . . XI
*81. Versuchsf. Kos'modemjansk VIII
*82. Versuchsfeld Kologriw . . VII
*83. Versuchsfeld Korotscha . . XI
84. Versuchsfeld Kostroma . . VII
85. Kostytschew-Versuchsstat. . XII
86. Versuchsfeld Krasnyi-Wodopad XXIII
87. Versuchsstation Krasnograd XVI
88. Versuchsstation Krasny-Kut XII
89. Versuchsfeld Krasnojar . . XII
90. Versuchsstat. für die Krim XIV
91. Versuchsfeld Krjükowo . . VII
92. *Versuchsst. f. d. Kubangebiet* XIII
93. Versuchsstation Kusnezk . XII
94. Versuchsfeld Kupino . . . XXI
*95. Versuchsfeld Kupjänsk . . XVI
*96. Versuchsfeld Kutais . . . XIX
97. Versuchsfeld Laischew . . VIII
98. Versuchsfeld Liwny . . . X
99. Versuchsfeld Lochwiza . . XVI
100. Versuchsstation Lubny . . XVI
101. Versuchsfeld Ljwow . . . XX
102. Versuchsfeld Ljüberezk . . VII
*103. Versuchsfeld Makarjew . . VII
104. Versuchsfeld Marijupol . . XVII
105. Mendelejew-Versuchsfeld . IV
106. Versuchsfeld Minusinsk . . XX
107. Versuchsstation Minsk . . V
108. *Versuchsst. Mironowo-Kijew* XV
*109. Versuchsfeld Mischny . . . VII
110. Versuchsstation Mogilew . V
*111. Versuchsfeld Mogilew . . . V
112. Versuchsfeld Mokijew . . XV
113. Versuchsst. d. Moldaugebiets XV
114. Versuchsfeld Morschansk . XI
115. *Versuchsstation Moskau* . . VII
116. Versuchsfeld Moskau, Sand für Kartoffelbau VII
117. Versuchsstation Mugan . . XIX
118. Versuchsfeld Newedomsk . X
*119. Versuchsstation Nikolajewo I
120. Versuchsfeld Nikolsk . . . XI
121. Versuchsstation Nowgorod . I
122. *Versuchsstation Nowosybkow, Gouvernement Tschernigow* . VI
123. Versuchsf. Nowo-Urgentsch XXIII
124. Versuchsstat. Nowo-Urensk IX
125. *Versuchsstation Nossowka (Tschernigow)* XV
126. *Versuchsstation Odessa* . . . XVIII
*127. Versuchsfeld Odojew . . . VII
128. Versuchsstation Osurgeti . XIX
129. Versuchsfeld Orel X
130. *Versuchsstation Perm* . . . IV
131. Versuchsfeld Petrowsk . . XII
132. Versuchsst. d. Petschorageb. II
133. Versuchsfeld Pikan XXI
134. Versuchsstation der Polessje (Waldgebiet Kijew) XV
*135. Versuchsstation Plotnjä . . XVIII
137. Versuchsfeld am Asow.Meer XIII
138. *Versuchsstation am Jenissei* XXI
139. Versuchsfeld an der Kuma XIII
140. Versuchsfeld Priluki . . . XVI
*141. Versuchsstat. f. d. Primorje-Gebiet (am Ochotskischen Meer, Ostsibirien) XXII
*142. Versuchsstation Pleskau . I
143. Versuchsfeld Pätichatki . . XVII
144. Versuchsstation Ramonj . XI
145. Versuchsfeld Rshew. . . . VII
146. Versuchsfeld Romny . . . XVI
*147. *Versuchsstat. Rostow-Nachitschewan* XIII
148. Vers.-F. Rudnjä-Radowelsk XV
149. *Versuchsstation Saratow* . . XII
150. Versuchsfeld für das Gebiet Semipalatinsk XX
151. Versuchsstation f. den Nordwesten I
152. Versuchsfeld Serdobsk . . XII
*153. Versuchsstation Simbilei . VII
154. Versuchsfeld Simferopel . . XIV
*155. Versuchsfeld Slawjänoserbsk XVIII
156. Versuchsfeld Smela XV
*157. Versuchsfeld Smolensk . . XII
*158. Versuchsfeld Sosnowsk . . IV
159. Versuchsstation Sotschi . . XIII
160. Versuchsstation Spassk . . VIII
161. Versuchsstation Stawropol-Kaukasus XIII
162. Versuchsstation Stalingrad XII
163. Versuchsfeld Staroshilowo . X
164. Versuchsfeld Sudsha . . . XI
*165. Versuchsfeld Sudogda . . . VII
166. *Versuchsst. Sumy-Charkow* . XVI
167. Versuchsfeld Sumy-Charkow XVI
*168. Versuchsstation Suchum . XIX
169. Versuchsfeld Taganrog . . XIII
*170. Versuchsstation Tambow . XI
171. Versuchsfeld Temir XX
172. *Landwirtschaftliche Timirjäsew-Akademie, Leinbaustat.* VII
173. *Landwirtschaftliche Timirjäsew Akademie, Versuchsfeld* . VII
174. Versuchsfeld Timochino . . VII
175. Versuchsfeld Tiskin XXI
176. Versuchsfeld Tuganowitschi V
*177. Versuchsfeld Tulun XXI
178. Versuchsfeld Tula VII
179. *Versuchsstat. für Turkestan* XXII
180. Versuchsstation Tursk . . V
181. Versuchsstation Uman . . XV
182. *Versuchsstation Uralsk* . . XII
183. Versuchsfeld Ujütnoje. . . X
*184. VersuchsstationChabarowsk XXII
185. *Versuchsstation Charkow* . . XVI
186. Versuchsfeld Chwalynsk . . XII
187. Versuchsstation Cherson . . XVIII
188. Versuchsstat. Tschartoriisk XV
189. Versuchsfeld Tschemer . . XV
190. Versuchsfeld Tscherdyn . . IV
191. Veruchsstation Tschischma IX
192. Versuchsstation d. Tschuwaschenlandes VIII
193. Versuchsfeld Schadrinsk . . IV
194. *Versuchsstation Schatikowo, Gouv. Tula* X
195. Versuchsstation am Schelon I
196. Versuchsfeld Schuja . . . VII
197. *Versuchsstat. Engelhardtowo, Gouvernement Smolensk* . . . VI
198. Versuchsfeld Essentuki . . XIII
199. Versuchsfeld Etschmiadsin . XIX
200. Versuchsfeld Jalutorowsk . XXI
201. Versuchsf. Jassnaja-Poljana VII
202. Versuchsfeld Jaransk . . . III
203. Versuchsf. a. d. Jachroma . VII

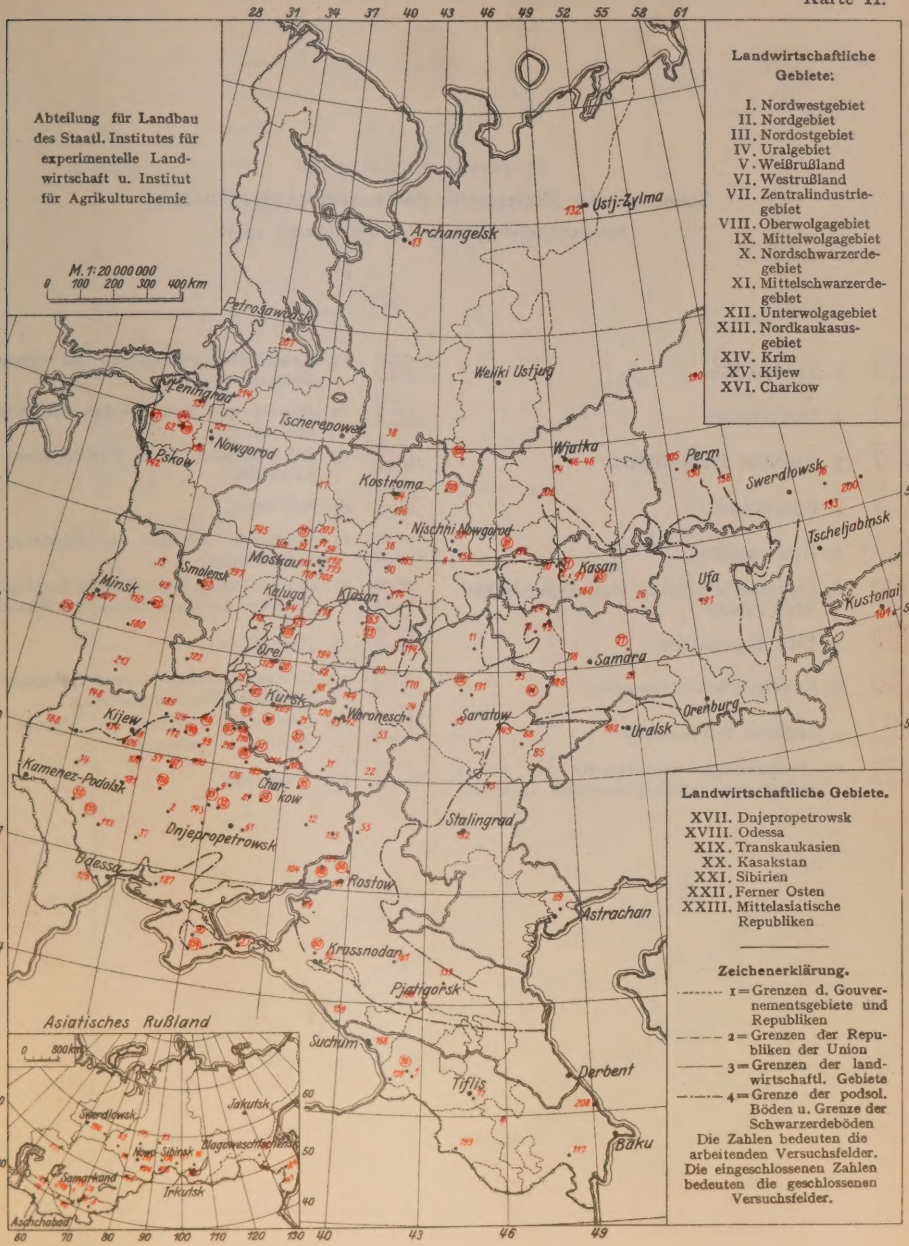
Ergänzungsliste.

204. Versuchsfeld des Altai . . XXI
205. Versuchsf. Belyje-Kolodzy . XVI
206. Versuchsf. Belaja-Zerkow . XV
207. Versuchsstation f. Karelien I
208. Versuchsstation Kuba . . . XIX
209. Versuchsstation Kursk . . XI
210. Versuchsfeld Morotschansk XVI
211. *Neusibirische Versuchsstat.* . XXI
212. Vers.-F. Nowo-Tawolshansk XI
213. Versuchsstation f. d. Polessje Weißrußlands V
214. Vers.-St. d. Ladogagebietes I
215. Versuchsstat. Studenkowo . XVI
216. Versuchsstation Trostänez . XVI
217. Versuchsstation Chibinä . . I
218. Versuchsstat. Schirabudga . XXIII

Verteilung der landwirtschaftlichen Versuchsstationen über die U. S. S. R.

Zusammengestellt von A. P. Lewitzky und L. L. Balaschow 1927.

Karte II.



Prjanischnikow-Tamm, Pflanzenbau.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Erklärung zu Karte III.

Schematische Bodenkarte des europäischen Rußland.

Zusammengestellt von L. J. Prassolow 1927.

1. Tundraböden.

2. Sumpfböden.

3. Sumpfige Podsolböden.

4. Podsolböden.

5. Rendsinböden.

6. Degradierte Böden und ausgelaugte Schwarzerde.

7. Fette Schwarzerde.

8. Gewöhnliche Schwarzerde.

9. Südliche Schwarzerde.

10. Tiefgründige Schwarzerde des Asowschen und nordkaukasischen Gebietes.

11. Kastanienfarbige Böden der subariden Steppen.

12. Braune und graue Böden der Wüstensteppen.

13. Salzkomplexe (mit Vorherrschen der Salzböden).

14. Salzböden.

15. Salzböden inmitten verschiedener anderer Böden.

16. Braune Böden der südlichen Laubwälder (im Sinne der Bezeichnung von Ramann).

17. Rote Böden.

18. Gebirgsschwarzerde- und Gebirgsbraunerdeböden des Kaukasus.

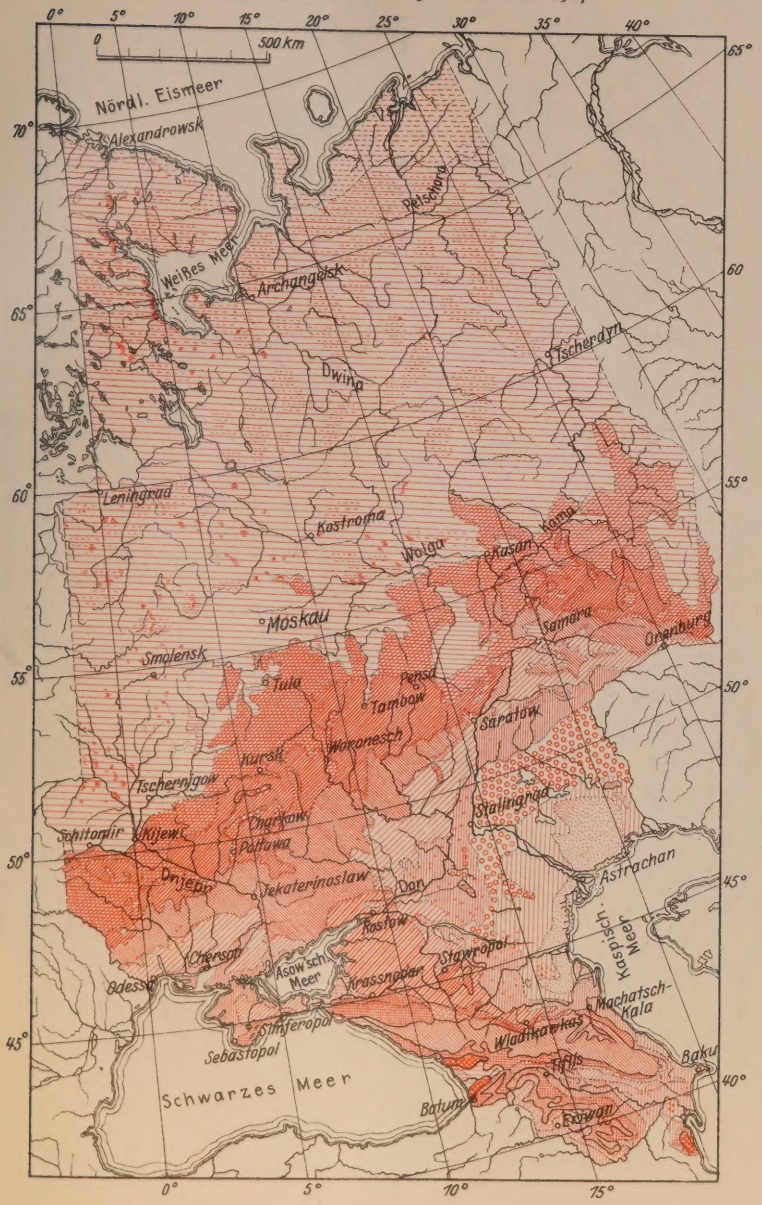
19. Gebirgswiesenböden der alpinen und subalpinen Gebirgszone.

20. Flugsande.

Schematische Bodenkarte des europäischen Rußland.

Karte III.

Zusammengestellt von L. J. Prassolow 1927.

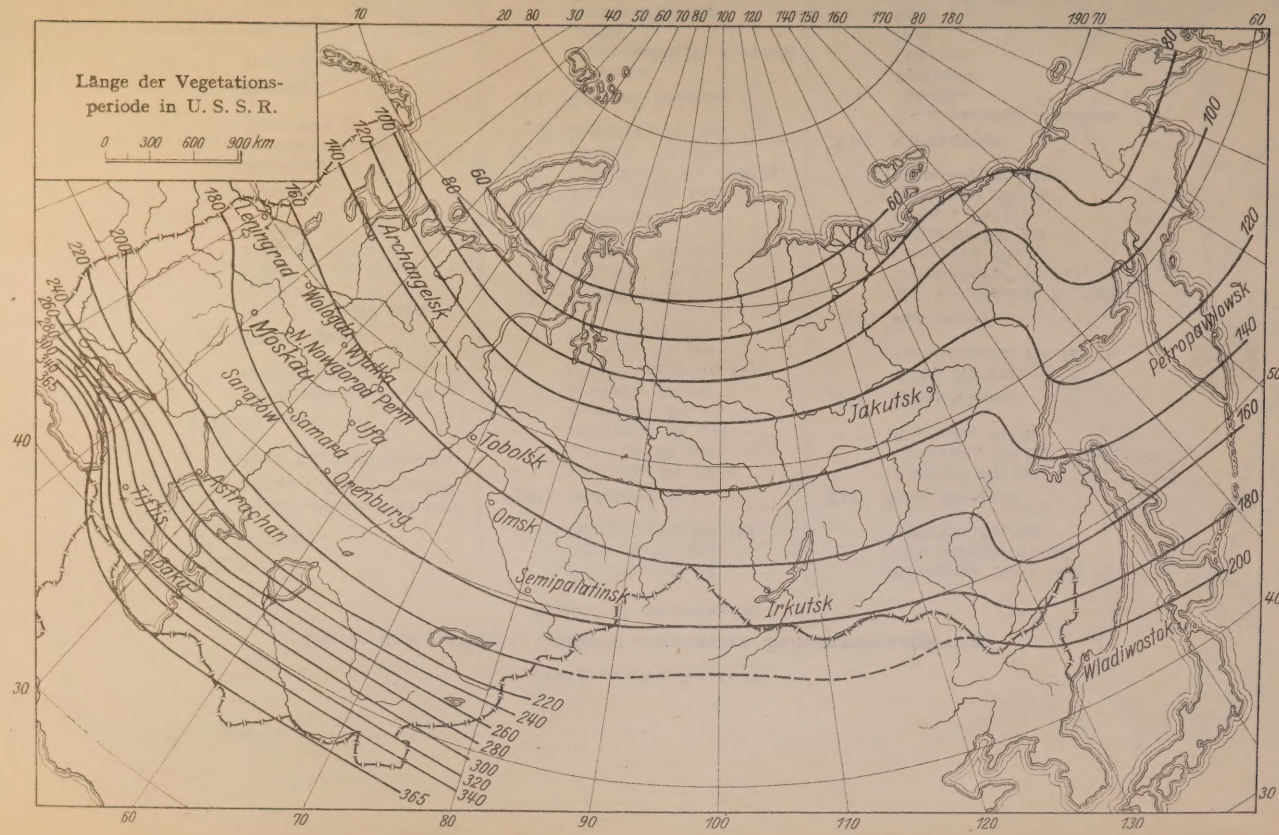


Verlag von Julius Springer in Berlin.

Länge der Vegetationsperiode für die Höhenlage von 0—200 m über NN.

Die Zahlen geben die Tage mit einer mittleren Tagestemperatur von mehr als + 5° C an.

Staatliches Institut für experimentelle Landwirtschaft. K. Turigin.



Verlag von Julius Springer in Berlin.

Erklärung zu Karte V.

Die in den einzelnen Gebieten angebauten Sommerweizensorten.

Nach F. F. Borissenko.

I. Norden.
Nowinka.

II. Zentralindustrie- und nördliches Schwarzerdegebiet.
Kein Sommerweizenbau.

III. Nordosten.
Krasnokoloska Nr. 26.
Poltawka Nr. 62.

IV. Mitteluralgebiet.
Belokoloska Nr. 3622 (Perm).
Milturum Nr. 241.
Poltawka Nr. 62.
Albidum Nr. 721.

V. Südural.
Poltawka Nr. 62.
Dymtschatka Nr. 111.
Garnowka Nr. 10.

VI. Oberwolga.
Poltawka Nr. 62.

VII. Mittelwolga.
Noë.
Ulka.
Beloturka Nr. 79 u. 111.
Sibouska Nr. 3.
Poltawka Nr. 62.
Albidum Nr. 604.
Dymtschatka Nr. 111.

VIII. Unterwolga.
Poltawka Nr. 62.
Albidum Nr. 721.
Beloturka Nr. 432.
Garnowka Nr. 10.
Siwouska Nr. 69.
Dymtschatka Nr. 111.
Albidum Nr. 604.
Manitoba Nr. 1.

IX. Mittelukraine.
Poltawka Nr. 62.
Albidum Nr. 721.

X. Unterwolga.
Albidum Nr. 604.
Russak Nr. 341 und 841.
Gräkum Nr. 1774.
Beloturka Nr. 69.

XI. Äußerster Südosten.
Chiwinka.
Krasnokutsk Nr. 1773 und 1774.
Siwouska Nr. 69.

XII. Nordkaukasus.
Amerikanische Weizen Marquis und Kitchener.
Garnowka Nr. 5 und 10.
Krasnokutsk Nr. 69.
Albidum Nr. 604.

XIII. Südostukraine.
Albidum Nr. 721.
Garnowka Nr. 037 u. 05.
Siwouska Nr. 69.

XIV. Südwestukraine.
Girka Nr. 274.
Tschernouska Nr. 00122.

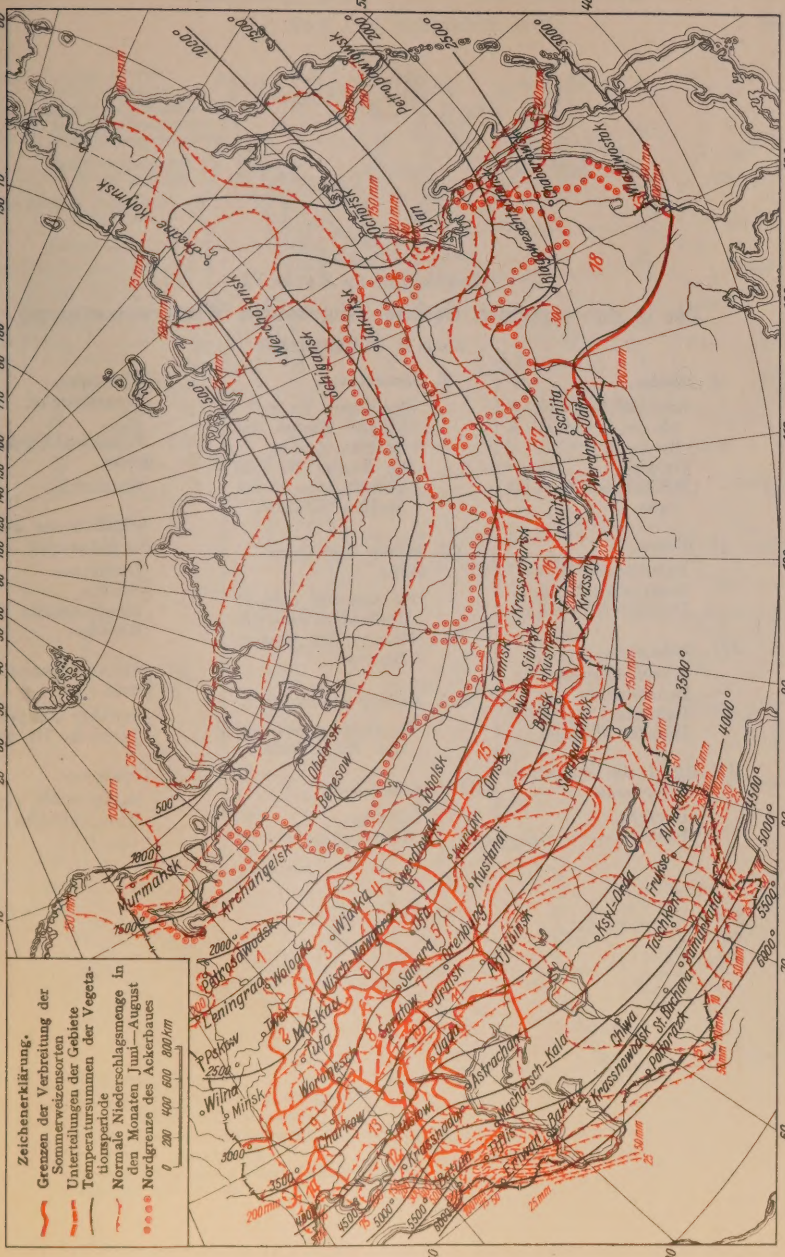
XV. Westsibirien.
Noë u. Lutescens Nr. 956.
Dymtschatka Nr. 111.
Garnowka Nr. 10.
Milturum Nr. 321.
Cäsium Nr. 111.
Garnowka Nr. 10.
Milturum Nr. 321.

XVI. Mittelsibirien.
Kasatschinsker Krasnokoloska.
Kitchener.
Chlodow.
Noë.
Leda A_1.
Garnowka Nr. 10.

XVII. Ostsibirien.
Balaganka Nr. 81/4.

Verbreitungsgebiete der Sommerweizensorten.

Nach F. F. Borissenko, Selection of Varieties Field and Meadow Crops in U. S. S. R. 1928.



Verlag von Julius Springer in Berlin.

Erklärung zu Karte VI.

Die in den einzelnen Gebieten angebauten Winterweizensorten.

Nach F. F. Borissenko.

I. Norden.
Krasnokoloska Nr. A bis 21, A—2411, A bis 2453.
Durable.
Belokoloska Nr. A bis 2460.

II. Westen.
Belokoloska Nr. 28.
Kostromka Nr. 5.
Durable Nr. 0348.

III. Südwesten.
Wysokolitowka.
Sandomirka.
Pulawka.
Durable Nr. 348.

IV. Gebiet der nördlichen Schwarzerde.
Lissizyn.
Durable.

V. Oberwolga.
Simbilejew Nr. 146.
Örtliche Sorten der Station Kasan.
Die Sorten Nr. 329 und Nr. 1060/10 der Station Saratow.

VI. Mittel- und Unterwolga.
Nr. 329 und 1060/10 der Station Saratow.
Nr. 237 der Station Saratow.

VII. Äußerster Südosten.
Nr. 52 und 57 der Station Krasnokutsk.

VIII. Südukraine.
Krimka.
Kooperatorka.
Ukrainka.
Nowokrimka.

IX. Asowsches Küstengebiet.
Sedouska.

X. Mittelukraine und Nordkaukasus.
Ukrainka.
Semka.
Kooperatorka.
Krimka.

XI. Mittelschwarzerdegebiet.
Durable Nr. 348.
Jurjewka Nr. 676.

XII. Ostukraine.
Saratow Nr. 237.
Krasnokoloska Nr. 117.

Verbreitungsgebiete der Winterweizensorten.

Nach F. F. Borissenko 1928. Karte VI.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Erklärung zu Karte VII.

Die in den einzelnen Gebieten angebauten Maissorten.

Nach F. F. Borissenko.

I. Norden.
Weißer Ufamais Nr. 42.
Dschigu.

II. Waldsteppengebiet der Ukraine.
Minnesota Nr. 23.

III. Steppengebiet der Mittelwolga.
Gelber Besentschukmais Nr. 41.

IV. Unterwolga.
Spassowmais.
Ivory-King.
Rosenberger Mais (der deutschen Kolonisten).
König Philipp der Weise.

V. Das Steppengebiet der Unterwolga.
Norddakotha.
Ivory-King.

VI. Die Gouvernemente Stalingrad und Astrachan.
Rosenberger.
König Philipp der Weise.
Norddakotha.
Ivory-King.

VII. Nordostkaukasus.
Sterling.

VIII. Nordkaukasus (Mittelgebiet).
Kruglik.
Leaming.

IX. Schwarzmeerküste.
Gikori-King.

X. Südukraine.
Minnesota Nr. 13.
Sterling.
Ivory-King.

XI. Südwestukraine.
Cinquantino.

XII. Zentralukraine.
Boone County.

XIII. Westsibirien.
Dschigu.
Sibirka.

XIV. Das Gebiet d. Versuchsstation Minusinsk.
Minusinskaja.

Verbreitungsgebiete der Maissorten.

Nach F. F. Borissenko 1928. Karte VII.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Erklärung zu Karte VIII.

Die in den einzelnen Gebieten angebauten Winterroggensorten.

Nach F. F. Borissenko.

I. Norden.
Wjatka.
Johannisroggen.
Tarastschansker.
Wasa.
Sagnitzer.
Petkuser.

II. Westen.
Wjatka.
Petkuser.

III. Nordost.
Wjatka.

IV. Zentralindustriegebiet.
Johannisroggen.
Wjatka.
Petkuser.
Jarkow-Bauern-Roggen.
Probsteier.
Schegalow.

V. Oberwolga.
Wjatka.
Alpenroggen.
Gelber Besentschuk Nr. 1.

VI. Nördliches Schwarzerdegebiet.
Lissizyn.
Pulmans Gelbkörniger.
Gelber Besentschuk Nr. 1.

VII. Zentralschwarzerdegebiet.
Lissizyn.
Pulmans Gelbkörniger.
Pulmans Grünkörniger.
Triumph.
Petkuser.
Gelmer.

VIII. Mittelwolga.
Jelissejew.
Gelber Besentschuk Nr. 1.

IX. Gouvernement Saratow.
Jelissejew.
Gelber Besentschuk Nr. 1.
Die Sorten der Station Saratow.

X. Gouvernement Tambow.
Lissizyn.
Gelber Besentschuk Nr. 1.
Persischer.

XI. Steppengebiet.
Persischer.
Gelber Besentschuk Nr. 1.

XII. Äußerster Südosten.
Persischer.

XIII. Südukraine.
Kein Roggenbau.

XIV. Mittelukraine.
Petkuser.
v. Rümkers Grünkörniger.
Poltawaer Gelbkörniger.
Pulmans Gelbkörniger.

XV. Nordukraine.
Petkuser.
Tarastschansker.
Schlanstedter.
Champagner.
Alpenroggen.
Wysokolitowka.

XVI. Westsibirien.
Omka.
Jelissejew.
Wjatka.
Gelber Besentschuk Nr. 1.

XVII. Ostsibirien.
Jariza Nr. 216/14.

Verbreitungsgebiete der Winterroggensorten.

Nach F. F. Borissenko 1928.

Karte VIII.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Erklärung zu Karte IX.

Die in den einzelnen Gebieten angebauten Hafersorten.

F. F. Nach Borissenko.

I. Norden.
Pissarews Früher Nr. 86/5.
Sewerjanin.

II. Nordosten.
Sewerjanin.
Magistral.
Wjatka Nr. 2062.
Siegeshafer.
Goldregen.

III. Nordwesten.
Pissarews Früher Nr. 86/5.
Sewerjanin.
Dippes.
Siegeshafer.
Leutewitzer.
Echo.
Goldregen.

IV. Zentralindustriegebiet.
Die schwedischen Hafer d. Petrowsko-Rasumowskoje-Akademie Nr. A—315, 4017, 4020, B—326.
Echo.
Goldregen.
Australischer Hafer.
Dippes.
Siegeshafer.
Schatilow.

V. Zentralschwarzerdegebiet.
Schatilow Nr. 033 und 056.
Ligowo II.
Siegeshafer.
Goldregen.
Gigant.

VI. Ural.
Goldregen.
Echo.
Beljak.
Siegeshafer.

VII. Süden.
Siegeshafer.
v. Lochows.
Kirsches.
Pflugs.
Rychlik.
Gigant.
Goldregen.

VIII. Westsibirien.
Echo.
Goldregen.
Dippes.
Siegeshafer.
Krause Nr. 117.

IX. Mittelsibirien.
Goldregen.
Dippes.
Kirsches.
Probsteier.

X. Ostsibirien.
Pissarews früher Tulunhafer Nr. 86/5.

Verbreitungsgebiete der Hafersorten.

Karte IX.

Nach F. F. Borissenko 1928.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Erklärung zu Karte X.

Die in den einzelnen Gebieten angebauten Gerstensorten.

Nach F. F. Borissenko.

I. Norden.
Pissarews Tscherwonez Nr. 6/17.

II. Nordosten.
Wieners Futtergerste.
Biloje.
Wjatka Nr. 1163.
Svanhals.
Hannchen.

III. Westen.
Kolchikum Nr. 10/30.
Goldgerste (Braugerste).
Hannchen.
Tscherwonez Nr. 6/17.
Tschechoslowakische Gerste.
Svalöfer Goldgerste.
Mährische Hanna-Gerste.

IV. Nordschwarzerdegebiet.
Kein Gerstenbau.

V. Südosten.
Hannchen.
Svanhals.
Goldgerste.
Wjatka Nr. 1163.
Glabrun Nr. 26 (Krasnokutsk).
Sechszeilige Nr. 33 (Parallelum americanum).
Persicum Nr. 64.

VI. Nordkaukasus.
Dnjepropetrowsky Nr. 254.
Jeisky.
Selenogrudok.

VII. Nordkaukasus (feuchteres Gebiet).
Tschechoslowakische Gerste.

VIII. Krim.
Vierzeilige Futtergerste Nr. 0032.
Mährische zweizeilige Braugerste.
Zweizeilige Nr. 254 der Station Dnjepropetrowsk.

IX. Südostukraine.
Zweizeilige nackte Gerste Nr. 155.
Gruschew.
Zweizeilige Spelzgerste Nr. 254.

X. Westukraine.
Sorten der Stationen Odessa und Dnjepropetrowsk.
Tschechoslowakische u. mährische Gerste.

XI. Zentralschwarzerdegebiet.
Sorten der Station Dnjepropetrowsk.
Mährische Hanna-Gerste.
Tschechoslowakische Gerste.

XII. Sibirien.
Tulungerste Nr. 6/17.
Hannchen II.
Sorten der Station Krasnokutsk.

Verbreitungsgebiete der Gerstensorten.

Nach F. F. Borissenko 1928. Karte X.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Erklärung zu Karte XI.

1. Grenze des Lupinen- und Seradellaanbaues.
2. Anbaugebiete des Mohar.
3. Nördliche und südliche Grenzen des Kleebaues.
4. Nördliche Grenze des Luzerneanbaues.
5. Grenze des Anbaues von Bromusarten.
6. Nördliche Grenze des Sudangrasanbaues.
7. Grenze des Schitjnakanbaues.
8. Grenze des Sorghumanbaues.
9. Versuchsstationen, die sich mit der Futterpflanzenzüchtung befassen.

Verbreitungsgebiete der hauptsächlichsten Futterpflanzen.

Nach F. F. Borissenko 1928.

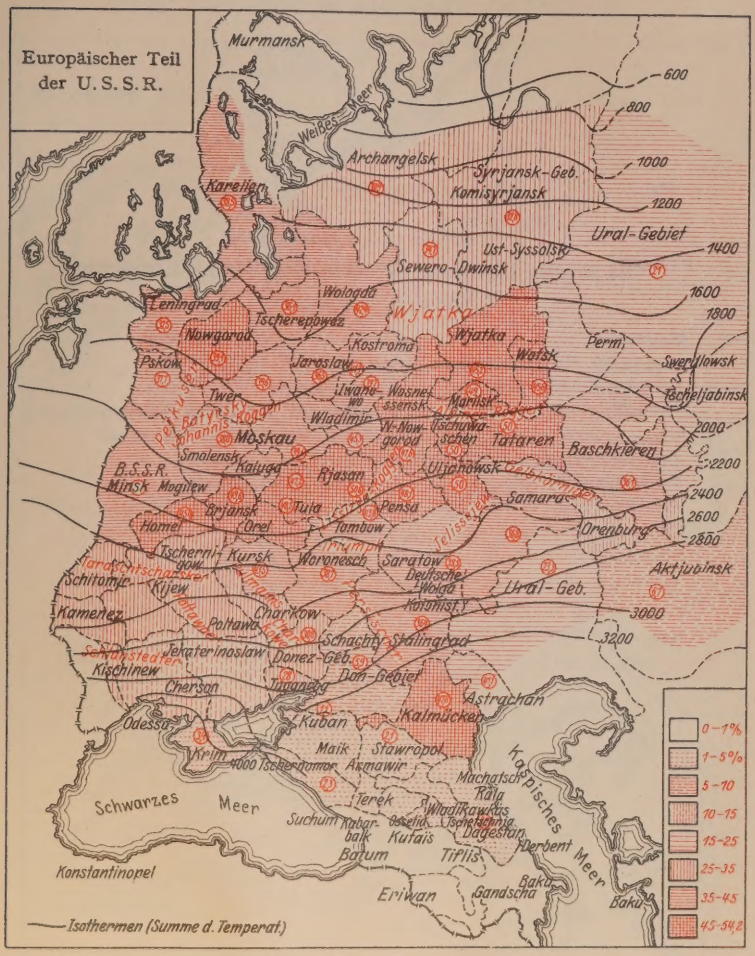
Karte XI.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Verbreitungsgebiete der besten Roggensorten.

Roggenanbau in Prozenten der bebauten Fläche.

Nach F. F. Borissenko 1928.
Verlag: Staatsinstitut für experimentelle Landwirtschaft.



Verlag von Julius Springer in Berlin.

Erklärung zu Karte XIII.

Die in den einzelnen Gebieten angebauten Leinsorten.

Nach F. F. Borissenko.

I. Nordwesten.
Rudsinsky Nr. 776.
Pskower Züchtungen.
Isborski.

II. Westen.
Dolgunez Nr. 262, 102, 117, 258, 264.
Batistschew Nr. 107.
Bodenständiger Lein.
Myschkinsky.
Porchowsky.
Ostrowsky.

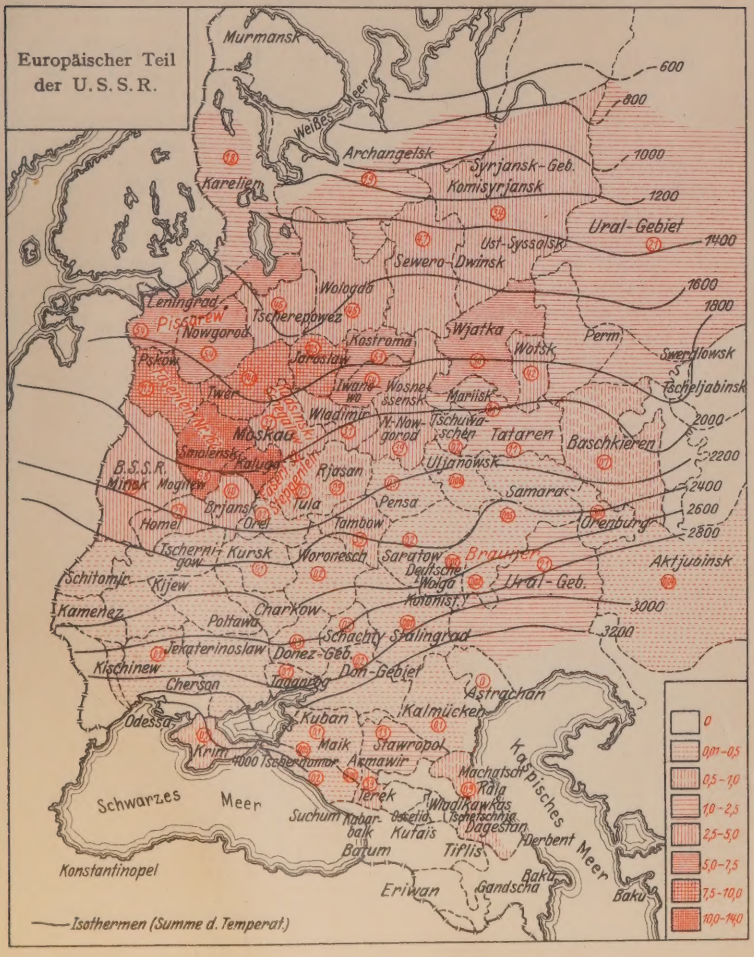
III. Nördliches Schwarzerdegebiet.
Lissizyn Nr. K. 48.

IV. Unterwolga.
Brauner Lein.

Verbreitungsgebiete der besten Leinsorten.

Leinanbau in Prozenten der bebauten Fläche.

Nach F. F. Borissenko 1928.
Verlag: Staatsinstitut für experimentelle Landwirtschaft.

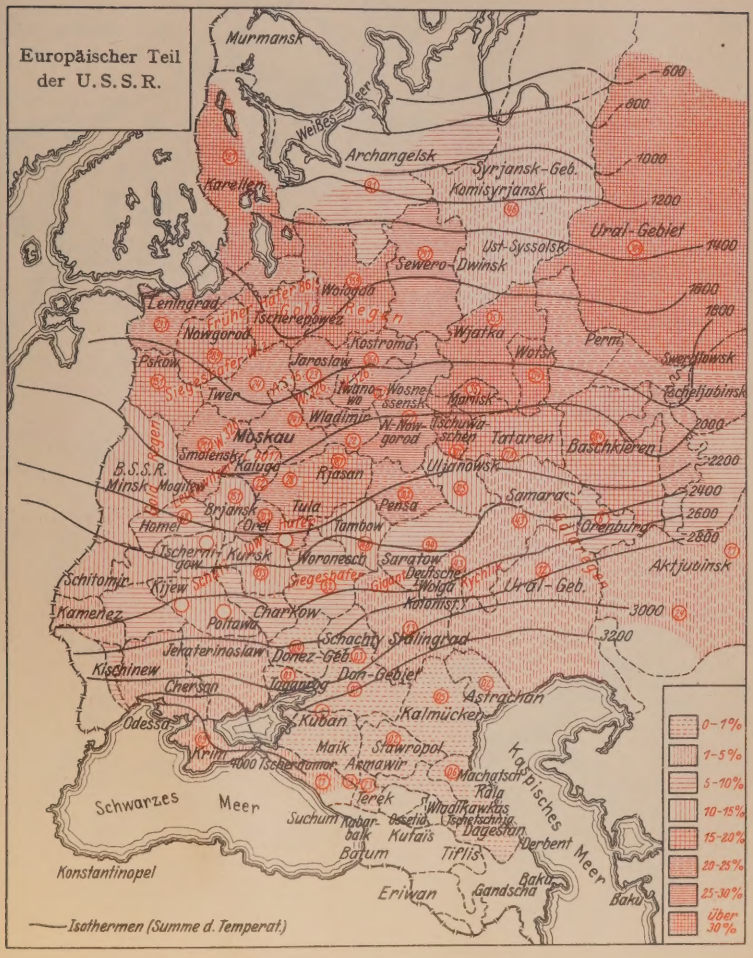


Verlag von Julius Springer in Berlin.

Verbreitungsgebiete der besten Hafersorten.

Haferanbau in Prozenten der bebauten Fläche.

Nach F. F. Borissenko 1928.
Verlag: Staatsinstitut für experimentelle Landwirtschaft.



Verlag von Julius Springer in Berlin.

Verbreitungsgebiete der besten Maissorten.

Maisanbau in Prozenten der bebauten Fläche.

Nach F. F. Borissenko 1928.
Verlag: Staatsinstitut für experimentelle Landwirtschaft.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

University of Toronto
Library

DO NOT
REMOVE
THE
CARD
FROM
THIS
POCKET

Acme Library Card Pocket
Under Pat. "Ref. Index File"
Made by LIBRARY BUREAU

245398
Pryanishnikov, Dmitry Nikolaevich
Spezieller Pflanzenbau.
[Translation of Chastnoe zemledelie]

AgC
P